

Erfassung von Ökotopten und ihren zeitlichen Veränderungen am Beispiel des Tegernseer Tales – Eine Untersuchung mit Hilfe von Luftbildern und terrestrischer Fotografie

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der
Fakultät für Geowissenschaften
der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von
Klaus Stöcklhuber
München 1982

1980

1. Berichterstatter: Prof. Dr. H. G. Gierloff-Emden
 2. Berichterstatter: Prof. Dr. F. Wieneke
- Tag der mündlichen Prüfung: 27. November 1980

Die vorliegende Arbeit erscheint gleichzeitig als Band 26 der Münchener Geographischen Abhandlungen

Erfassung von Ökotoxen und ihren zeitlichen Veränderungen am Beispiel des Tegernseer Tales – Eine Untersuchung mit Hilfe von Luftbildern und terrestrischer Fotografie

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der

Fakultät für Geowissenschaften

der

Ludwig-Maximilians-Universität

München

vorgelegt von

Klaus Stöcklhuber

München 1982

Erfassung von Ökotypen und ihren zeitlichen
Veränderungen am Beispiel des Tegetmeyer-Tales
— Eine Untersuchung mit Hilfe von Luftbildern
und terrestrischer Fotografie



Vorwort

Meine 1975 abgeschlossene Diplomarbeit „Landschaftsveränderungen im Tegernseer Tal 1960–1974 nach Luftbildauswertung und Geländeuntersuchungen“ brachte eine erste intensivere Berührung mit geowissenschaftlicher Luftbildauswertung. Angeregt durch diese Arbeit ermöglichte mir Herr Professor Gierloff-Emden, die in der Diplomarbeit nicht näher zu untersuchenden Fragen in einer Dissertation exakter zu untersuchen. Hierfür sei meinem verehrten Lehrer herzlichst gedankt. Meine zweijährige Tätigkeit am Geogr. Inst. der Universität München, Lehrstuhl Prof. Dr. Gierloff-Emden, war diesen Arbeiten zusätzlich sehr förderlich.

Im Bewußtsein der eigenen arbeits- und beurteilungsmäßigen Grenzen habe ich mich in vorliegenden Ausführungen wie bereits bei der Diplomarbeit bemüht, das Luftbild nicht isoliert zu betrachten, sondern gezielt die Diskussion mit weiteren fachspezifischen Institutionen zu suchen. Ideal, aber dadurch bereits etwas utopisch für eine Dissertation, wären integrale Interpretationen (siehe auch Schmidt-Falkenberg, H., 1972) unter Beteiligung aller relevanten Disziplinen. Nur so, scheint mir, kann den geosphärischen Ökosystemen als diffizile Faktorenkomplexe luftbildtechnisch annähernd Genüge getan werden. Gerade hierbei könnte der Geograph seine, heute wichtigere denn je, im Sinne des Begriffes allerdings etwas abgegriffene Klammerfunktion zu neuer Bedeutung erheben; denn keinem Fachbereich ist die „Landschaft“ mit all ihren Inhalten ureigener als der Geographie! Was immer auch diese Landschaft sein mag. Eine Diskussion über diesen Begriff ist nicht Gegenstand dieser Arbeit; die Bezeichnung „geosphärische Ökosysteme“ wird im vorliegenden Rahmen, schon aus ökologischen Gründen, bevorzugt und wird unter ff. verwendet.

Wie wohl bei allen anthropogenen Aktivitäten ergaben sich vielfältige Erarbeitungsschwierigkeiten, außerwissenschaftliche Störbereiche und unveränderbare Rahmenbedingungen (vgl. Zusammenstellung „Probleme“). Bedauerlicherweise bestand, was von großer Bedeutung für diese Untersuchung war, nur Gelegenheit zur Verarbeitung älteren Bildmaterials, dessen Quantität zwar groß, dessen Qualität aber im Schnitt zu wünschen übrig ließ.

Grundgedanke der Arbeitsweise war u. a., bewußt zu vermeiden, der Fiktion eines je verfügbaren „Ganzen“ des Materials zu verfallen. Verstärkte Rückkoppelung an die allgemeine Arbeit des Institutes sowie anderer Fachgebiete zum Zwecke der Orientierung des eigenen Arbeits- und Untersuchungsprozesses wurde durchgeführt.

Ähnliche oder gleiche Arbeiten werden z. Zt. weder in Deutschland noch in den USA durchgeführt, soweit dies dem Verfasser zur Kenntnis gelangte.

Der Verfasser hofft, daß diese Arbeit einen kleinen Beitrag zur Entwicklung der Luftbildmethode, zum geowissenschaftlich-ökologischen Konzept und zur Erweiterung praktisch anwendbarer Methoden in Umweltfragen und Landschaftsschutz darstellt. Mensch und Umwelt in ihrer komplexen natürlichen Struktur im Gleichgewicht zu erhalten suchen, ist eine der vornehmsten Aufgaben unserer Zeit!

Das Manuskript wurde im Sommer 1980 abgeschlossen.

Danksagung

Mein Dank gilt besonders meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Gierloff-Emden für die Vergabe dieser Arbeit, seine Hinweise und die großzügige Genehmigung zur Durchführung fotografischer Arbeiten.

Für die gewährte Unterstützung, die zahlreichen wertvollen Hinweise und das oftmals bemerkenswert große Entgegenkommen, sowie die Informationsbereitschaft und das gezeigte fachliche Interesse danke ich herzlichst allen, die ich bemühen durfte.

Besonders dankend erwähnen möchte ich überdies: Herrn Prof. Dr. Hildebrandt, Herrn Dr. Reichert und Herrn Dörfel, sowie Frau Prof. Dr. Willmans, Freiburg; das Bayer. Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, die Landesämter für Umweltschutz, Wasserwirtschaft, Geologie, Vermessung und Bodenkultur, alle München; die WFP-Planungssektion Miesbach mit Herrn Dr. Schreyer; Herrn Dr. Kölbl und Herrn Dr. Blaser, Forstl. Versuchsanstalt Birmensdorf, Schweiz; Herrn Dr. Lutz und Herrn Dr. Trautmann, Straßburg, Geographisches Institut; Herrn Dr. Schlesinger, Inst. für wissenschaftliche Fotografie der TU München; für zahlreiche Diskussionsbeiträge und Einzelanregungen möchte ich mich herzlich bei den Mitarbeitern des Geographischen Institutes der Univ. München, besonders bei dem Kollegen Herrn Dr. Wiezcorek, sowie Herrn Dipl.-Geogr. P. Heindl bedanken. Nicht zuletzt bin ich den Herren Professoren Haefner u. Steiner, Schweiz, Sayn-Wittgenstein, Kanada; Schmidt-Falkenberg, Frankfurt, sowie den Herren Dr. Peyer, Zürich und Dr. Rhody, Hamburg, für schriftliche Mitteilungen und verschiedene Sonderdrucke zu herzlichem Dank verpflichtet.

Inhalt

Vorwort und Danksagung	5/6
Inhalt	7
Verzeichnis der Abbildungen	10
Verzeichnis der Tabellen	11
Verzeichnis der Bildtafeln	11
Äußere Bearbeitungsgrenzen	12
1. Einführung und Problematik	13
1.1. Untersuchungsrahmen	13
1.2. Arbeitsflußdiagramm und Vernetzung der Arbeitsphasen	17
1.3. Stichwortartige Zusammenstellung von Einzelfragen und ihre Behandlung in vorliegender Arbeit.	17
1.4. Die ökologische Bearbeitung des Luftbildes und dessen ergebnisbeeinflussende Faktoren für fotografische Verfahren	20
2. Das Arbeitsgebiet	21
2.1. Allgemeiner Überblick	21
2.2. Vergleich historische–aktuelle Situation–zeitliche Varianz.	22
2.2.1. Gebiet Stadt Tegernsee um 1914	22
2.2.2. Stadt Tegernsee 1971.	22
2.2.3. Satellitenbildvergleich	23
2.3. Datenübersicht des Arbeitsgebietes–Auswahl	23
2.3.1. Aktuelle und Veränderungsdaten–Überblick	23
2.3.2. Ergänzende Aspekte zur Vegetation	26
2.3.3. Grunddaten zur Nichtwaldvegetation	27
2.3.4. Übersicht ökologisch bedeutsamer Eingriffe in die Landschaft durch Baumaßnahmen u. ä.	28
2.3.5. Bedeutsame phänologische und klimatische Daten	29
2.3.6. Geologie, Geomorphologie, Erosionsfragen	31
3. Ausgewählte Ökotope–ihre ökologische Charakteristik und Untersuchungsschwerpunkte	33
3.1. Grundsätzliches–Untersuchungsschwerpunkte	33
3.2. Bedeutung der untersuchten Ökotope im Problemkreis Landschaftsschutz–Umweltschutz	33
3.3. Die bearbeiteten Ökotope und ihre wesentlichen ökologischen und luftbildbedeutsamen Charakteristiken	34
3.3.1. Die Litoralzone	34
3.3.2. Andere Feuchtgebiete–Naßwiesen, Flach- und Hochmoore	37
3.3.3. Wiesen und Weiden	38
3.3.4. Wälder	39
3.4. Erosion in Verbindung mit Waldökotopen	42
3.5. Zusammenfassung wesentlicher, luftbildmethodisch zugänglicher Veränderungen	43
4. Das Material und seine Charakteristik	45
4.1. Verfügbares Luftbildmaterial	45
4.2. Materialbeurteilung	45
4.2.1. Einfluß der meteorologischen Flugbedingungen auf die Bildqualität.	45
4.2.2. Spezielle Eigenschaften panchromatischen Bildmaterials im Vergleich mit anderen Emulsionen	45

4.2.3.	Spezialemulsionen zur Bodenfotografie	46
5.	Grundlegende methodische Fragen mit Problem-Diskussion	47
5.1.	Angewandte Methodik	47
5.2.	Begriffs-, Abgrenzungs- und Maßstabsproblematik mit Diskussion.	48
5.3.	Zeitliche und Veränderungsproblematik	52
5.4.	Zur Frage der Analyse von Wechselbeziehungen aus dem Luftbild.	55
5.5.	Direkt aus dem Luftbild zu ermittelnde prozeßhafte Phänomene im Vergleich zu tatsächlichen Prozeßabläufen	57
5.6.	Zusammenfassung allgemeiner methodischer Erkenntnisse aus vorliegender Untersuchung unter praktischen Aspekten	57
5.6.1.	Geeignete Befliegungszeiten bei Einzelbefliegungen	57
5.6.2.	Aussagemöglichkeiten des panchromatischen Luftbildes für die Uferregionen.	58
5.6.3.	Vegetationskundliche Interpretationen	58
5.6.4.	Informationsgewinn über Freiwasserzonen aus dem Luftbild	59
5.6.5.	Informationsgewinne bei Waldflächen	59
5.6.6.	Erkennung des Feinreliefs	59
5.6.7.	Zum Problemkreis Erosionen	59
5.6.8.	Anthropogeographische Aspekte	60
5.6.9.	Erzielbare Auswertverbesserungen	60
6.	Aufgabenbezogene Versuche und Ergebnisse zur Reflexionsproblematik und Densitometrie in Bezug auf die zeitliche Varianz der ausgewählten Ökotope	61
6.1.	Zur Methode der Luxmetermessungen	61
6.2.	Kriterien zur Beurteilung von Luxmeterdaten	62
6.3.	Praktisch durchgeführte Arbeiten	63
6.3.1.	Geländearbeiten.	63
6.3.2.	Eingesetztes Gerät.	63
6.3.3.	Tabellarische Zusammenstellung der Luxmeterdaten	64
6.3.4.	Geländeprofile und Luxmeterdaten von ausgewählten Ökotypen	66
6.3.5.	Bemerkungen zu den Luxmeterdatentabellen.	67
6.3.6.	Beurteilung der Luxmetermessung.	68
7.	Densitometrische Untersuchungen und Ergebnisse am Beispiel „Röhrichtzone“	71
7.1.	Zur Methode der Densitometrie	71
7.2.	Praktische Arbeiten mit dem Mikrodensitometer	71
7.2.1.	Arbeitsvoraussetzungen.	71
7.2.2.	Eingesetztes Gerät.	72
7.2.3.	Gerätemängel und Fehlerquellen.	72
7.2.4.	Arbeitsüberlegungen	72
7.2.5.	Ergebnisse – gefundene und gemittelte Kurven im Röhrichtgebiet	72
7.3.	Kurvenabbildungen	72
7.3.1.	Kurven aus Luftbildoriginalen	72
7.3.2.	Charakteristische Ökotypkurven aus Teilvergrößerungen	73
7.3.3.	Bedeutung der Meßrichtung	76
7.4.	Möglichkeiten der Identifikation von Landschaftsveränderungen mittels mikrodensitometrischer Meßkurven.	77
7.5.	Mittlere Kurven für weitere Ökotope und Ökotypenteile	78
7.6.	Ähnliche Kurvenverläufe, die eine Objektidentifizierung im mathematischen Sinne einer Ein-Eindeutigkeit nicht zulassen.	81

7.7.	Spezifische Kriterien, die für die Beurteilung der vorgelegten Densitogramme zusätzlich bedeutsam sind	82
7.8.	Mögliche Aussageverbesserungen durch andere Fernerkundungsverfahren mit dem Schwergewicht auf Untersuchungen der Reflexionscharakteristik.	83
7.9.	Zusammenfassende Beurteilung der eigenen Arbeiten.	84
8.	Texturanalysen und Bodenfotografie.	86
8.1.	Grundsätzliches zur Textur	86
8.2.	Zur Methode der Bodenfotografie	86
8.3.	Beispiele zur Texturanalyse	87
8.3.1.	Interpretationskriterien und ihre aufnahme- und objektspezifischen Abhängigkeiten	87
8.3.2.	Nivellierungsgrade und ihre Auswirkungen auf die Textur	88
8.3.3.	Luftbildtätige Oberfläche und ihre Veränderungen	89
9.	Zeitliche Varianzen der ausgewählten Ökotope.	93
9.1.	Tageszeitliche Aspekte	93
9.2.	Jahreszeitliche Aspekte–Beispiel Röhricht.	94
9.3.	Aspekte der Mehrjährigkeit	94
9.3.1.	Probleme der Aufnahme- u. Ergebniskontinuität.	94
9.3.2.	Kurze Diskussion der mehrjährigen Veränderungserscheinungen in der Röhrichtzone.	95
9.3.3.	Diskussion der mehrjährigen Veränderungen von Feuchtbiotopen und Naßwiesen	95
9.3.4.	Diskussion der mehrjährigen Veränderungen von Waldökotopen	96
10.	Abschließende Bemerkungen	97
10.1.	Zum Einsatz des SW-Luftbildes in Dienststellen und bei anderen Anwendern	97
10.2.	Kostenüberlegungen	99
	Zusammenfassung	101
	Literatur.	102
	Kartenmaterial.	113
	Verzeichnis der wichtigsten Abkürzungen	113

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1: Als geeignet angesehene Methode zur Bearbeitung panchromatischen Materials vom Systemträger Flugzeug	14
Abb. 2: Arbeitsgang zur Texturanalyse von Pflanzengemeinschaften	16
Abb. 3: Arbeitsflußdiagramm und Vernetzung der Arbeitsphasen.	17
Abb. 4: Die ökologische Bearbeitung des Luftbildes und dessen ergebnisbeeinflussende Faktoren für fotografische Verfahren	20
Abb. 5: Überblick Tegernseer Tal	21
Abb. 6: Fliegeraufnahme Stadt Tegernsee um 1914	22
Abb. 7: Schrägbild Stadt Tegernsee 1971	23
Abb. 9a: Ringkanalisation am Tegernsee	24
Abb. 9b: Verbreitung der potentiellen Vegetation am Tegernsee	25
Abb. 10: Waldfunktionen	26
Abb. 11: Die Faktoren, die den Waldzustand beeinflussen	26
Abb. 12: a) Bebaute Flächen 1973	28
b) Bebaute Flächen 1900 zum Vergleich	28
Abb. 13: Vegetationsrhythmik des nördlichen Alpenvorlandes.	30
Abb. 14: Geologische Übersicht.	31
Abb. 15: Morphologische Übersicht.	32
Abb. 16: Grenzen der Litoralzone	36
Abb. 17: Dreischürige Wiese – Vegetationsrhythmik.	38
Abb. 18: Die Lichtverteilung an einem Fichtenaltholzrand an einem Frühsommernachmittag in Brusthöhe	41
Abb. 19: Die ökologische Situation des Waldes.	42
Abb. 20: Die Gliederung eines Gesamtsystemes in Untersysteme an dem Beispiel Röhrlichtzone.	50
Abb. 21: Grundstruktur von Geosystemen und Ökosystemen und ihre Grenzbereiche	51
Abb. 22: Darstellungsversuch eines biologischen Systems (Ökotope) in Raum und Zeit	55
Abb. 23: Wirkungszusammenhänge zwischen begrenzenden Niederschlags- und Temperaturverhältnissen und dem Dickenwachstum eines Baumes	56
Abb. 24: Direkt aus dem Luftbild zu ermittelnde prozeßhafte Phänomene im Vergleich zu tatsächlichen Prozeßabläufen	57
Abb. 25: Einflüsse und Störfaktoren auf die Luxmetermessung	62
Abb. 26: Technische Daten und Geräteansicht des Luxmeters	64
Abb. 27: Der mit dem Luxmeter gemessene Objekumfang	65
Abb. 28: Selektion der Strahlung nach Reflexion, Absorption und Transmission am Beispiel von Laubblättern als Kriterium für die mit dem Luxmeter tatsächlich erfaßten Parameter im PhAR-Bereich	66
Abb. 29: Kleinseggenmoor – Geländeprofil und Luxmeterdaten – Sept. 1977	66
Abb. 30: Naßwiese – Geländeprofil und Luxmeterdaten – Sept. 1977	66
Abb. 31: Tilke – Geländeprofil und Luxmeterdaten – Mai 1976	66
Abb. 32: Tilke – Geländeprofil und Luxmeterdaten – Sept. 1977	67
Abb. 33: Kleineräumige Abhängigkeiten des Sonnenstandes und der Hangeigung in Bezug auf die Leuchtdichte	68
Abb. 34: Die Abhängigkeit der Helligkeitskontraste – Normalfall	69
Abb. 35: Einfluß der spiegelnden Reflexion am Beispiel „Phragmitetum communis“	70
Abb. 36: Fall A1 – Quermessung – 1973	73
Abb. 37: Fall A2 – Quermessung – 1973	73
Abb. 38: Fall A3 – Quermessung – 1973	73
Abb. 39: Fall A4 – Quermessung – 1973	73
Abb. 40: Kurvencharakteristiken „Röhrlichtoberflächen“	73
Abb. 41: Kurvencharakteristik von Streuwiesen	74
Abb. 42: Gemittelte Kurve aus den Originalnegativen – Uferzone 1973 – Zustand	74
Abb. 43: Mittlere Kurvencharakteristik für Ufer-Bereiche mit schwach entwickeltem Röhrlichtbestand und ausgedehntem Kleinseggenflachmoor	74
Abb. 44: Kurvencharakteristik der Biotope im Uferbereich 1973 – Quermessung	75
Abb. 45: A1/60 – Dichter geschlossener Bestand – Quermessung	75
Abb. 46: A2/60 – mit horstartigen Randgruppen und Übergang in Streuwiesenbereich – Quermessung	75
Abb. 47: A3/60 – „Längsmessungen“ durch dichten Röhrlichtbestand – mittl. Charakteristik	76
Abb. 48: A4/60 – „Längsmessungen“ durch Streuwiesenbereich	76
Abb. 49: A5/60 – „Längsmessungen“ durch Röhrlichtbestand ab Wasserbereich.	76
Abb. 50: Fall B1: Dichtekurve „Längsmessung“ durch Röhrlichtzone, rechtwinklig zum Mitlichtbereich 1973	77
Abb. 51: Fall B2: Längsmessungen – Hoher Röhrlichtbestand mit wechselnder Bestandsdichte 1973	77
Abb. 52: Fall B3: Längsmessungen – Landseitiger Bestandsrand von Ph. c. mit Horstbildungen, Übergang zum Kleinseggenflachmoor 1973	77
Abb. 53: Röhrlichtbestand 1960	78
Abb. 54: Verschmutztes Wasser mit Algenwatten	78
Abb. 55: Relativ sauberes Seewasser 1973	78
Abb. 56: Mittlere Kurven von Kohldistelwiese, voralpin; ehemals bearbeitetes (Torfstich) Moor mit ausgeprägtem Baumbestand; anmoorige Naßwiesen, voralpin	79
Abb. 57: Profilkurve „Naßwiese“ Typ II, mit ausgeprägten Carexhorsten und Huflattich	79
Abb. 58: Profilkurve – anmoorige Naßwiesen, voralpin mit Drainagen	79
Abb. 59: Frischbearbeitete Streuwiese mit Traktorspuren. Profilkurve	79

Abb. 60: Seerosenstandort–Mitlichtaufnahme–Profilkurve	80
Abb. 61: Seerosenstandort–Gegenlichtbereich–Profilkurve	80
Abb. 62: Seerosen–Seebinsenim Vergleich	81
Abb. 63: Kurvencharakteristik–Bootssteg in Röhrlichtzone	81
Abb. 64: Ähnliche Kurven: a) Sandweg, b) Moorbiotop mit Torfabbau im Wald, c) Bahndamm, d) Wassergraben	82
Abb. 65: Reflexion in Wasserkörpern	82
Abb. 66: Interpretationskriterien für Röhrlichtzone–am Beispiel Ph. c.	88
Abb. 67: Beziehungen zwischen der „tätigen Oberfläche“ und der Aufnahmehöhe	89
Abb. 68: Beispiel einer Vertikalstruktur der Röhrlichtzone	89
Abb. 69: Vertikalstrukturen (schematisiert)	89
Abb. 70: a) Schematisierte, linienförmige Strukturen bei lanzettförmigen Blättern	90
b) Schematisierte, nichtlinienförmige Strukturen	90
c) Nahaufnahme von Ph. c. im Frühherbst–volle Blütenentwicklung	90
Abb. 71: Senkrechnaufnahme von Seggenunterwuchs der Röhrlichtzone	92
Abb. 72: Tageszeitliche Aspekte–Beispiel Kleerasen.	93
Abb. 73: Einflußfaktoren auf landschaftsökologische Erkenntnisse – auf dem Weg Fachergebnis zu Maßnahmen (zu Anwendungsphase)	97

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1: Tabelle zur Auswertbarkeit von Objekten im Litoralbereich mittels panchromatischen Bildmaterials	36
Tab. 2: Klimawerte	40
Tab. 3: Mappable land use–vegetation units (Auswahl).	52
Tab. 4: Tabellarische Zusammenstellung der Luxmeterdaten	64
Tab. 5: Empfehlungen zur Parameterauswahl und Planungsentscheidungen mit dem Zielobjekt „Vegetation“ unter süd-bayer. Verhältnissen	98
Tab. 6: Tabelle zu neueren Arbeiten landschaftsökologischer und vegetationsgeographischer Fragestellung mittels konventioneller Luftbildmethoden–nicht im Text zitierte Literaturauswahl	101

Verzeichnis der Bildtafeln

Taf. 1: a) 1. Nivellierungsgrad (Einzelpflanze)	115
b) 2. bis Xn.-Nivellierungsgrad	117
Taf. 2: Abhängigkeiten der bildwirksamen Elemente von der Stellung der Blätter an der Sproßachse bei Senkrechtaufnahmen	91
Taf. 3: Bildauswahl von Variationsaspekten der Röhrlichtzone in den Jahreszeiten	119
Taf. 4: Pflanzengemeinschaften des Ufers und ihre mehrjährigen Veränderungen aufgrund multitemporaler Erfassung	Beilage
Taf. 5: Die flächenhafte Phragmitetum-Entwicklung des Röhrlichtbestandes bei Gmund–Seeglas	121
Taf. 6: Anthropogene Eingriffe in die Röhrlichtzone–Beispiel Seeauslauf bei Gmund	121
Taf. 7: Mehrjährige Veränderungen von Feuchtbiotopen	125
Taf. 8: „Wald und Erosion“–Beispiel Alpbachfrana bei Tegernsee-Stadt	Beilage

Äußere Bearbeitungsgrenzen

1. Systematische Probleme

a) In Ermangelung eines Hubschraubers konnten die ursprünglich geplanten Texturvergleiche in Abhängigkeit vom Maßstab nicht ausreichend geklärt werden, da eine systematische Höhenstufung zur Auffindung eines Optimalbereiches für die jeweilige Pflanzenart oder -gemeinschaft auf anderem Wege nicht mit entsprechender Genauigkeit unter bekannten Parametern zu gewinnen ist.

Geeignete Systemträger für die spezifische Fragestellung wären: vorrangig Hubschrauber (gemäß den Erfahrungen der Schweizer Forstl. Versuchsanstalt) – bedingt Flächenflugzeuge – nur bedingt Luftschiffe und Ballone.

b) Die Klärung des Ökotopabgrenzungsproblems aus dem PAN-Luftbild allein erschien fraglich, auch ausführliche Prä- und Postinformation konnte die Lücke nicht schließen. Methodisch-systematisch ließe sich die Frage wohl auf dem Wege umfangreicher Geländemessungen plus vielfältiger, jahreszeitlich genau geplanter Befliegungen mit verschiedenen Techniken angehen. Dies war nicht einmal im Einzelfall möglich. Derart komplexe Grunduntersuchungen erfordern überdies eine größere Zahl Bearbeiter und Mittel.

c) Es war nur vorhandenes, stark differierendes Bildmaterial zu bekommen, das sich als extrem diskontinuierlich bezüglich Zeitintervallen, Bildqualitäten und -maßstäben, Aufnahme-, Verarbeitungs- und Lagerungsbedingungen herausstellte. Auch ausführliche Diskussion des Problems mit dem Lehrstuhl für wissenschaftliche Photographie konnte das Problem nicht klären! Das Material erwies sich als ungeeignet für Versuche an Geräten, wie etwa dem Optronics u. ä., d. h. keine optimalen Fernerkundungsmittel und -daten!

d) Entscheidende Mehrinformationen sind erst ab Maßstab 1:10000 und darüber (vgl. Trachsler, H., 1974, S. 42/43) zu erwarten, wobei jedoch erhebliche Zeit- und Kostensteigerungen auftreten, die für kleine Regionen jedoch durchaus vertretbar sein können. Insbesondere erweisen sich Maßstäbe bei 1:5000 für Texturanalysen als vorteilhaft, wobei sogar einzelne Kulturen identifiziert werden können.

2. Technische Probleme und Randbedingungen

a) Langfristiger Ausfall des Computers in Freiburg (für Mikrodensitometrie und Mittelwertberechnungen) und Nichtzugänglichkeit der Systeme der DFVLR (zur Bearbeitungszeit).

b) Keine mit fixierten Parametern angelegte Neubefliegung als Arbeitsbasis (Mittelfrage!).

c) Beschränkung auf einfache Geländehilfsmittel, wie z. B. Luxmeter.

d) Keine Möglichkeit, Senkrechtaufnahmen in Höhenabstufung und definierter Grundfläche anzufertigen (Mittelfrage!).

e) Ausweichen auf private 24 × 36 mm Handkammer zur Bodenfotografie anstelle 6 × 6 Hasselblad aus Kostengründen.

f) Probleme der Vergleichbarkeit wegen unterschiedlicher Wetterlagen zu den jeweiligen Vergleichsterminen – Belichtungsunterschiede! Von den Aufnahmeparametern her meist nicht in Relation zu setzendes Bildmaterial.

g) Ungenügende Praxisreife bei der Handhabung der IR-SW und IR-Color-Filme im Gelände, sowie der Mikrodensitometeraufzeichnungseinrichtung (siehe dort).

h) Keine Überprüfung der Entwicklungsvorgänge (MÜF-Problem!) mehr möglich gewesen – auch ausführliche Diskussion mit dem Institut f. Photographie der TU erbrachte keine anwendbare Lösung, da die Zahl der Zufallskomponenten zu hoch war (z. B. Lagerungsbedingungen, Entwickler etc.).

1. Einführung und Problematik

1.1. Untersuchungsrahmen

Die Luftbildinterpretation ist eine Arbeitsmethode der Geographie mit assoziativem Charakter, die zu einer Landschaftssynthese führen kann. Das klassische Schema der Interpretation folgt den Faktoren Grauton, Textur, Stereoeffekt.

Der ökologische Einfluß des Menschen zeigt sich besonders deutlich in der Umgestaltung der Pflanzendecke. Das wissenschaftlich-aktuelle Interesse dabei richtet sich neben Inventuren auf den ökologisch wichtigen Forschungsbereich von Sukzessionen nach Aufhören von Nutzungen, Nutzungsveränderungen und im Bereich der Geobotanik auf die Analyse von ökologischen Pflanzengemeinschaften oder Gesellschaften, die eine Ähnlichkeit nach Floristik, Physiognomie und Ökologie aufweisen.

Bislang konnte im wesentlichen in der ersten Untersuchungsstufe die Luftbildinterpretation einen Beitrag zur Erkennung geobotanischer Formationsklassen leisten (nach Schmithüsen, J., 1968; inhaltlich = dominierende Gestaltstypen; Begriffe des Formationssystems sind: Laubwald, Wiese, Mangrove, usw.; Bedeutung: begrenzter ökologischer Indikatorwert; vgl. auch Wilmanns, O., 1973, S. 13).

Die zweite Arbeitsstufe des Erkennens von ökologisch ähnlichen oder gleichen Pflanzengesellschaften befindet sich derzeit in der Entwicklung und erschließt nach Ausbau der Methodik sicherlich neue Anwendungsbereiche. Beispiele hierfür werden angeführt, wobei versucht wird, über das erwähnte klassische Interpretationsschema in Form einer Methodenverfeinerung und -verbesserung hinauszugehen (siehe Steiner, D.; Hildebrandt, G.; u. a.). Negativergebnisse sind bei solchem Bemühen erwartbar und zeigen die Grenzen des panchromatischen Bildes auf, wobei jedoch Probleme, etwa der MÜF (Modulations-Übertragungs-Funktion), hier methodisch nicht berührt werden sollen. Probleme der Systemkomponenten Film – Filter – Kammer werden als gegebene, wenn auch nicht als konstant anzusehende Beeinflussung, teilweise anderen Fachgebieten eigen, nicht weiter behandelt. Ihr beeinflussender Wert, besonders bei Veränderungsfragen, darf jedoch nicht unterschätzt werden. Für den Geographen, der das Luftbild mit dem vegetationskundlichen Ansatz der Landschaftsökologie zu bearbeiten sucht, liegt es nahe, *den Ökotox** ins Zentrum seines Interesses zu rücken. Dieser repräsentiert in seiner räumlichen Ausprägung über die Pflanzendecke das gesamte standörtliche Potential. Für vegetationskundliche Interpretationen aus dem Luftbild, ebenso für geographische Komponenten der Geobotanik, ist die Anwendung exakter, zeitraubender Verfahren für ein so stark variierendes Objekt, wie es die Pflanzengemeinschaften sind, wenig sinnvoll (vgl. Walter, H., 1973). Auf pflanzensoziologische Aufnahmen kann deshalb auch verzichtet werden. Eine Liste von Pflanzengesellschaften vermittelt darüber hinaus keine anschauliche Vorstellung von der tatsächlichen Pflanzendecke (vgl. Walter, H., 1973). Landschaftsökologisch wird dabei jedoch die Maßstabsfrage (Leser, H., 1976, S. 153) von ausschlaggebender Bedeutung. Der zeitliche Wandel spiegelt sich optimal in der Vegetation, die einen labilen Partialkomplex darstellt (Haase, G., 1967, S. 64). Den hochaktuellen Fragen nach Landschaftshaushaltsproblemen wird man sich auf diese Weise jedoch nur eingegrenzt nähern. Das Luftbild ist hier wohl mehr als Tendenzanzeiger wertvoll, von summarischer Bedeutung und ohne direkte Information.

Im hier untersuchten Zeitraum von 24 Jahren, von älteren Einzeldaten abgesehen (Fliegeraufnahmen 1914), ergab sich bereits eine Fülle zeitlichen Wandels, die die Verarbeitungskapazität des einzelnen Untersuchers auf einem Blatt TK 1:25 000 in der Zeit übersteigt. Dabei reicht das ökologisch-wissenschaftliche Interesse und auch das planerische von der Erfassung zeitlicher Abläufe bis hin zur Analyse von Mikrostrukturen der Landschaft und deren Interpretation aus dem Luftbild, sowie zur Erarbeitung von Informationssystemen. (Vgl. z. B. Landschaftsökologische Modelluntersuchung des Bayer. Umweltministeriums, 1977, Oberrurgul-Untersuchung, Schweizer und Freiburger forstliche Arbeiten zu Standortproblemen, sowie Arbeiten mit Schwerpunkt „ressourcen“. Die mitteleuropäische Landschaft und ganz besonders der Alpenraum sind

* Definiert nach Schmithüsen, 1976, siehe unter 5.2.

ökologisch charakterisiert durch eine hohe Diversität der Organismen in Verbindung mit einer vielfältigen Struktur der Lebensstätten oder Biotope, die wohl jeden Ökotoptop als bedeutsame „resource“ (auch ohne die einem Wahn gleichende anthropogene „Inwertsetzung“ der Oberfläche) rechtfertigen. (Weitere Arbeiten hierzu z. B. Italien: INPL, Turin; Schweiz: KLN-Inventar; USA: System NARIS auf 40 acres tracts, siehe ebenfalls Data Users Handbook, wobei zwar Charakteristiken der Landnutzung im Hauptinteresse stehen, aber der „impact“ von großmaßstäbigen Systemen – siehe Obergurgl – als besonders wichtig erscheint. Unesco: MAB-Projekt). Hierbei werden besonders auch Beiträge zu extensiv genutzten Freiflächen notwendig. Grünland- und Ackersysteme dagegen wurden weitgehend erfasst. (Vgl. u. a. Meienberg, P., 1966).

Der methodische Ansatz ist neben erwähnten Untersuchungslücken immer noch vorwiegend orientiert an der Fragestellung „was“, wobei (nach Steiner, D., 1967) nach wie vor die Objektansprache und deren Verbesserung „... are still not used by their full advantage.“ (Steiner, D., 1968, S. 15; sowie Avery, T. E., 1968, S. 28). Die angewandten Techniken beruhen im wesentlichen auf der visuell-qualitativen Auswertung in Kombination mit quantitativen Daten liefernden Instrumententechniken.

Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollten praxisreif aufbereitet werden, um in Form der Rückkoppelung zur Methode „was“, in Verbindung mit „wie viel“, bzw. „wie oft“ (Steiner, D., 1967) und dem dritten Schritt der Klärung „Wechselwirkungen“ methodisches Material für den eminent bedeutsamen Umweltplanungsbereich anzubieten (siehe Abb. 1). Die Bedeutung der Umweltplanung dokumentiert sich in zahlreichen Teilaspekten u. a. an langzeitlichen Veränderungen der Flora. Vorsichtigen Schätzungen von Biologen zufolge wird im Jahre 2000 etwa ¼ der europäischen Gesamtfloren ausgestorben sein, das entspricht 50 000 Pflanzenarten (nach Neue Zürcher Zeitung vom 23. 3. 1976, S. 25). Die Fernerkundung kann als Überwachungs- und Dokumentationsinstrument in diesem Problemkreis sicherlich wertvolle Hinweise

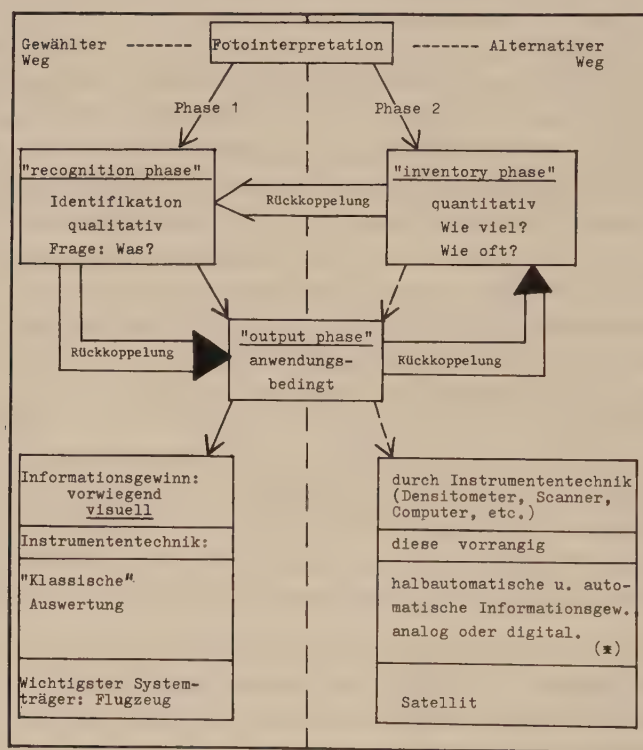


Abb. 1 Als geeignet angesehene Methode zur Bearbeitung panchromatischen Materials vom Systemträger Flugzeug; (In Anlehnung an Steiner, D., 1967, S. 15–16)

x Der Geologe Thiele (H., mündliche Mitteilung Juli 1977) USA, betont die visuelle Auswertung auch und gerade für Satellitenaufnahmen, allerdings nach „langer Zeit der Einlesung“. Thiele vertritt überzeugt die Überlegenheit des biologischen Computers „Gehirn“ und kann bei M 1 : 250 000-Aufnahmen noch Informationen in Pixelgröße visuell ansprechen.

liefern! Hierin stößt diese Untersuchung in eine deutlich Remote-Sensing-Lücke, da nach wie vor Aufnahme- und Auswertekapazitäten im Mißverhältnis zueinander stehen und kaum Arbeiten oder gar „Manuals“ zu Ökotoptfragen im Sinne differenzierter, zeitlicher Analysen, methodischen und praktisch nachvollziehbaren Inhalts vorliegen. (Ein Ansatz ohne eigentliche Ökotoptbetonung: Naturräumliche Gefüge im Luftbild, 1973, H. 11, Schr. r. Bfl., Bonn; vgl. auch Anhangstabelle und Methodenübersicht; spezielle Einzelbeiträge vgl. Schneider, S., 1974, Manual of Remote Sensing, 1975, ZLDI-Standardprofile und Recherchen, u. a.).

Der Verfasser denkt in weiterer Zukunft an die Erstellung eines Ökotopt-Typen-Kataloges* für Bayern aufgrund mittlerer Charakteristika zur Anwendung im Landschaftsschutz. Hierzu bedarf es jedoch der erwähnten kontinuierlichen Beobachtungen mit festgelegten Parametern (folgende nachprüfbare Parameter müßten gestellt werden für: Kammer-Film-Filterkomplex, Entwickler, meteorologische Bedingungen und Strahlungsverhältnisse am Aufnahmetag, zeitliche Verhältnisse ausgerichtet nach Objektentwicklung u. a. – vgl. auch Abschnitt „Probleme“), wobei die Ausgliederung von Mesoökosystemen (vgl. Ellenberg, H., 1973 a) keine wesentlichen Schwierigkeiten bereitet. Zur komplexen Detailuntersuchung eröffnen sich jedoch nur zwei mögliche Wege, die Komplexität und deren Quantifizierungsproblematik zu umgehen, nämlich entweder durch Betrachtung des ganzen Systems unter vereinfachten Annahmen oder die bislang vorwiegend geübte Verfahrensweise der Untersuchung (insbesondere bei Haushaltsfragen) von Teilsystemen. Die unerhörte Komplexität des Luftbildes erfordert zunächst wohl unter ökologischen Gesichtspunkten die erste Verfahrensweise, nicht zuletzt deshalb, weil ökologisch wichtige Einzeldaten dem Luftbild nicht entnehmbar sind (z. B. zu energetischen Problemen) und der Feldarbeit vorbehalten bleiben (siehe Ellenberg, H., 1973 a).

Luftbilder liefern zwar eine höhere „Informationsdichte pro Fläche als etwa Lochstreifen oder Magnetband, aber die Informationen sind nicht verschlüsselt, nicht abstrakt, sondern unmittelbar bildlich gespeichert“ (Gierloff-Emden, H. G., und Schroeder-Lanz, 1970, S. 14), was bei allen Automatisierungsverfahren in der Auswertung zu beachten wäre! Jordan et.al. (1972, S. 142) erwähnten Emulsionen mit Kontrasten, die hundert Linien pro mm aufzulösen vermögen, wodurch für die Hell-Dunkel-Folge die Anzahl der Informationen bei 10^3 – 10^4 je mm^2 liegen können. Haefner (H., 1974 a, S. 57) spricht von einem Informationsgehalt von mehr als 8 Milliarden Einzelinformationen in einem $23 \times 23 \text{ cm}^2$ Farbbild. Diese Komplexität verleitet aber zu einer gefährlichen Pauschalbehandlung des Bildes, die die grundsätzliche Gefahr, bei ökologischen Arbeiten ohne Einzelanalyse ein Ganzes erfassen und beurteilen zu wollen, mit sich bringt. Dies umsomehr, als der Ökologe in aller Regel nach Tendenzen sucht (Walter, H., u. a.). Den hier entschieden vertretenen Aufbau des Interpretationsganges von Einzelelement und -objekt her nach genauester Objekt- und Geländekenntnis demonstriert etwa richtungweisend der „Canadian Forestry Service“ (vgl. Sayn-Wittgenstein, L. und Aldred, A. H., 1976) in der in Deutschland allerdings bislang keine Verwendung findenden tiergeographischen Anwendung (z. B. waterfowl- oder caribou-Beobachtungen; vgl. Bajzak, D., 1974). Die kanadische Forstverwaltung setzt hierfür u. a. exemplarisch Senkrecht-Nahaufnahmen für tiergeographische Fragen ein, z. B. aus fünf Meter Höhe mit Maßstäben 1:840, 1:600, mit 70 mm-Kameras, sowie Reihensenkrechtaufnahmen 6×6 im Maßstab 1:1000 (dito Schweizer Forstliche Versuchsanstalt, Hubschraubertiefeflüge – freundliche Mitteilung von Herrn Dr. Kölbl, Birmensdorf, Febr. 1977), deren Aussage als Interpretationsschlüssel, insbesondere in Hinblick auf Texturerkennung, jede andere Beschreibung deutlich übersteigt. Das Objekt selbst ist der beste Schlüssel und von diesem muß ausgegangen werden (vgl. Abb. 2).

Versuche hierzu machten für Vegetationsfragen u. a. auch Claveran, A. R., 1966; Wimbusch, D. J. et.al. 1967; Pierce, W. R. und Eddleman, L. E. 1970; Wells, K. F., 1971, wobei jedoch immer wieder betont wird, daß „in many plant communities it is not possible to obtain an absolute photo-measurement of plant numbers and cover by species because plants are too small, too dense, or overlap. However, the vertical ground photos provide an excellent base against which subsequent changes in vegetation and soilsurface

* Eine Eingrenzung auf bestimmte landschaftsökologisch bedeutsame Kategorien (z. B. Litoralbereiche der Seen) ist dabei notwendig und beabsichtigt.

condition can be compared and quantified in relative rather than absolut terms.“ (Thorley, G. A., 1975, S. 1453). Auf diesen Erkenntnissen basiert auch die in dieser Arbeit stark betonte Methode der Bodenfotografie.

Neuere Untersuchungen (auch eine ZLDI-Recherche im Sommer 1977 erbrachte dazu keine wesentlichen Erkenntnisse) zu Ökotopproblemen und deren Luftbildrelevanz sind dem Verfasser mit der beschriebenen Methode nicht bekannt geworden, wenn auch beispielsweise großes Interesse von forstlicher Seite an standörtlichen Fragen besteht (vgl. FMP-Symposium, Hannover 1977), oder den Planer interessiert, wie sich die Nutzungsansprüche auf das ökologische Potential eines Gebietes auswirken und wie die Eignung einzelner Flächen für bestimmte Nutzungen zu beurteilen ist. Hier tritt denn auch die Problematik der Verwirklichung der als optimal erkannten Verteilung der Nutzungen zutage (siehe auch DFG, 1976).

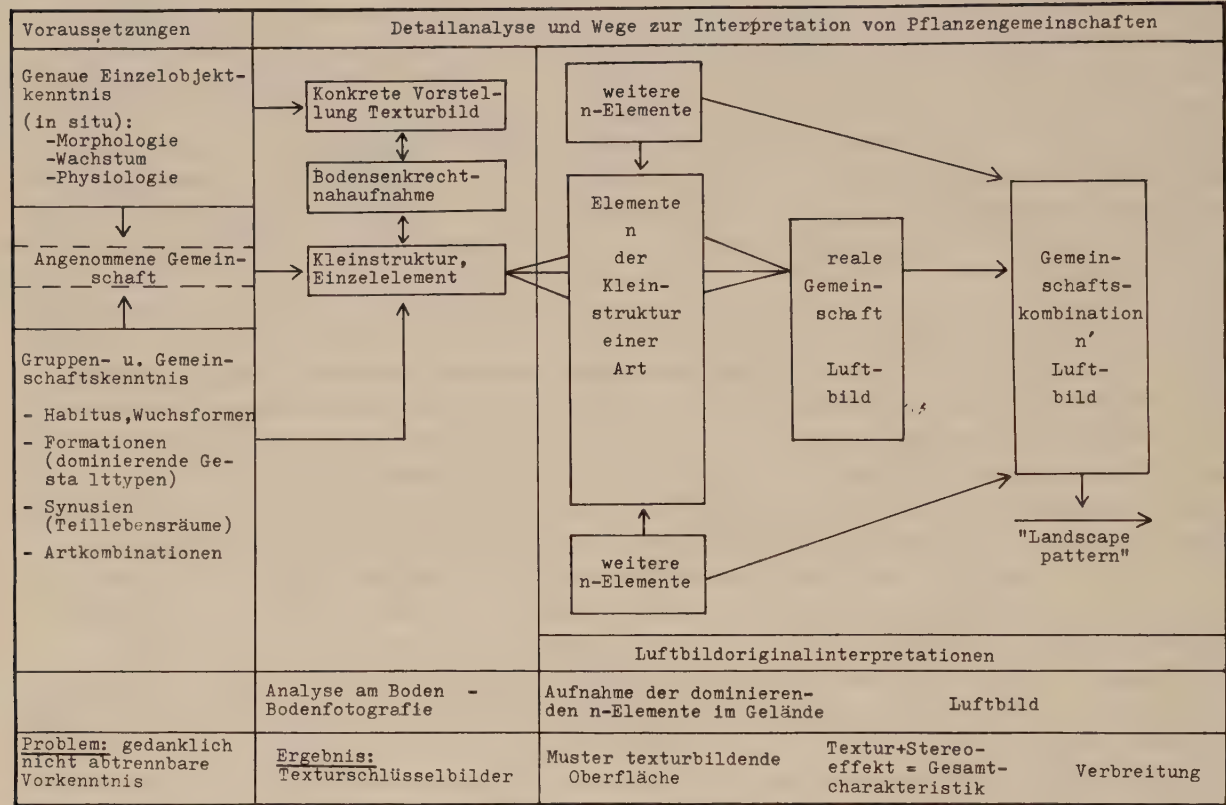


Abb. 2 Arbeitsgang zur Texturanalyse von Pflanzengemeinschaften
Entwurf: K. Stöcklhuber

Voraussetzung dazu ist nicht nur die Erfassung des realen Phänomens der Synergese, der Grundeinheit der Landschaft, die von Schmithüsen (J., 1975/76, S. 247) als „Inbegriff des charakteristischen Wirkungsgefüges eines geographisch relevanten isomorphen Teiles der Geosphäre“ definiert wird. Die Betonung sollte vielmehr im Fernerkundungsbereich auf der Erfassung von „Grundelementen“ geosphärischer Ökosysteme liegen, um dann daraus Wege zur Abbildung und Klärung von Systemzusammenhängen zwischen den vielfältigen Sachverhalten und Erscheinungen der Geosphäre zu erschließen.

Inwieweit dann das Luftbild tatsächlich Informationen zu Regelungs- und Steuerungsprozessen enthält, muß erst noch ausreichend nachgewiesen werden. Es kann nicht genügen, theoretisch denkbare Informationsgehalte von vornherein in das Bild gedanklich zu projizieren und dann den praktischen Beweis auf einen untergeordneten Platz zu verweisen.

Entscheidend für die praxisgerechte Entwicklung der Fernerkundung ist, zu vermeiden, sie als spekulatives Aussagesystem zu mißbrauchen. Direkt beobachtbare Sachverhalte, die von einer rationalen und empirisch gesicherten Basis her ermittelt werden, sollten Ziel jeder Luftbildinterpretation sein.

Geographisch verlangt das Raum – Zeitliche (vgl. Richter, H., 1968; Neumeister, H., 1977; u. a.) im Sinne dynamischer Entwicklungen nach wie vor besondere Aufmerksamkeit.

„Unzweifelhaft ist das Luftbild für Dokumentation, Planung und Kontrolle dieser dynamischen Entwicklung ein unentbehrliches Hilfsmittel“ (Kenneweg, H., 1973, S. 111). Die Dynamik des Raumes (vgl. Richter, H., 1968; er sprach vom Naturraum; Neef, E., 1970) wird deutlich in der Gesamtheit der Prozesse gegenwärtigen Energie- und Stoffumsatzes. Hierin werden die Grenzen der Fernerkundung vorerst erreicht, wenn z. B. auch Einzelprobleme, wie die Ermittlung der Biomasse (Maxwell, E. L., 1975; u. a. siehe Reeves, R. G., et.al., 1975a, S. 847), vielfach gelöst sind.

Der Beitrag der Luftbildinterpretation liegt vorwiegend in der Abbildung und Dokumentation von Prozeßabläufen, etwa vegetations-geographisch im Verlauf der thermischen Jahreszeiten. „Hopefully, the next decade will see remote sensing coming of age as a mature discipline, with a balanced development of theory, practices and applications.“ (Barrett, E. C., Curtis, L. F., 1976, S. 8).

Der Verfasser hofft, hierzu einen Beitrag geleistet zu haben und gleichzeitig der Forderung (Naumann-Tümpfel, H., 1977, S. 58) nach stärkerer Berücksichtigung biologischer Aspekte in der physisch-geographischen Arbeit nachgekommen zu sein (siehe auch Neef, E., 1975).

1.2. Arbeitsflußdiagramm und Vernetzung der Arbeitsphasen – (in Anlehnung an den methodischen Ansatz von D. Steiner, 1967: Was? Wie viel? Wie oft?):

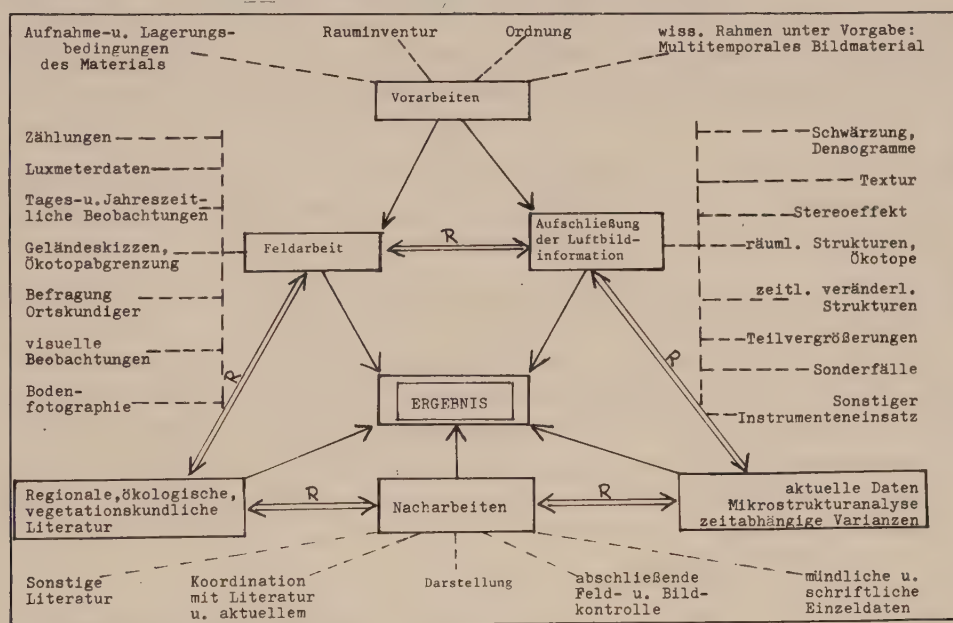


Abb. 3 (K. Stöcklhuber)

1.3. Stichwortartige Zusammenstellung von Einzelfragen und ihre Behandlung in vorliegender Arbeit

a) Einzelprobleme – Übersicht

- Erfassung zeitlicher Varianzen, sowie kurz- bis mittelfristiger Veränderungen an ausgewählten, regional bedeutsamen Ökotypen.
- Möglichkeiten der Interpretation von prozeßhaften Änderungen mittels panchromatischen Bildmaterials im Voralpenraum.

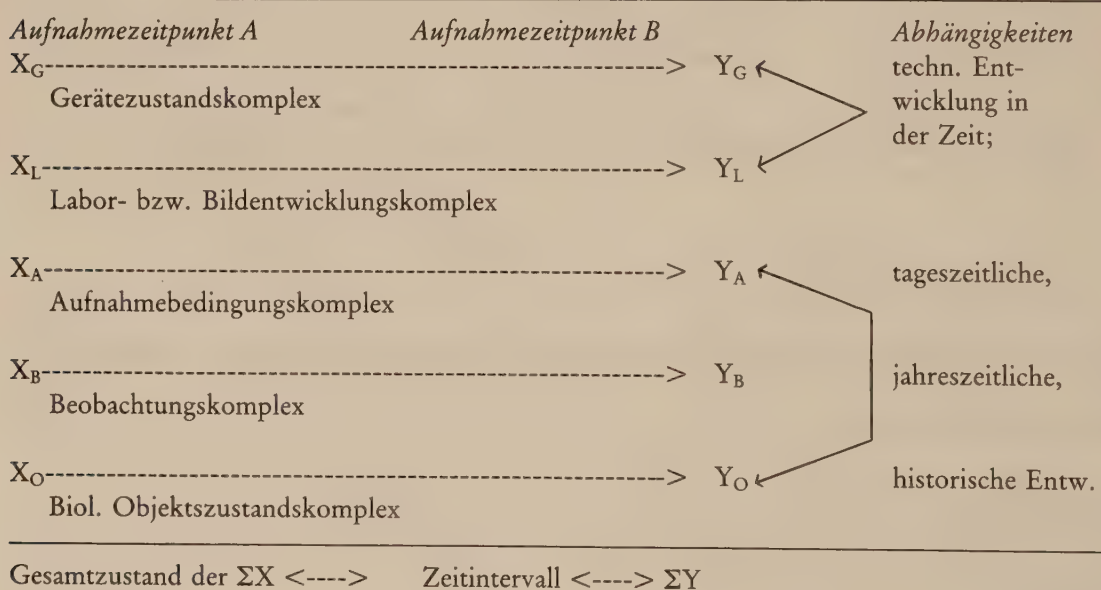
- Versuche zur Verbesserung der Auswertmöglichkeiten durch:
 - a) verstärkten, vielfältigen Geräteeinsatz;
 - b) verstärkte Trennung der Einzelobjekte mit nachfolgender, erneuter Korrelation von Geländebefunden und Luftbildaussagen.
 - c) gezielte Bodenfotografie zur Schlüsselverbesserung mit verschiedenen Emulsionen.
- Aufbereitung der methodischen Erkenntnisse unter Beachtung kostengünstiger Verfahren und Anbietetung praxisorientierter Handreichungen.
- Festlegung und Umschreibung der Informationsgewinnung aus dem PAN-Luftbild mittels konventioneller Methoden unter spezifischer Fragestellung.
- Praktische Verwertbarkeit der „klassischen Methode“ nach Stereoeffekt, Textur, Grauton und ihre Grenzen, bzw. Abhängigkeiten.
- Prüfung der Relation: Gebiet – Geländearbeit – Befliegungsaufwand – Ergebnis; Abwägung: Luftbild – Geländearbeit für kleinräumige Fragestellungen.
- Detailanalyse von „homogen“ erscheinenden Vegetationsbeständen auf dem Wege der senkrechten Einzelobjektphotografie und ihre Einpassung in die Höhenaufnahme.
- Maßstabs-, Zeit- und technische Problematik in ihrer Auswirkung auf die Objektidentifizierung.
- Überprüfung und Vergleich des geographischen Luftbildbefundes mit den Erkenntnissen spezifischer Fachrichtungen, soweit dies in diesem Gebiet relevant ist.

b) Grundlegende Überlegungen zur Einzelproblematik

„Die theoretische Basis der Ökologie kann nie mehr als Tendenzen und Prinzipien aufzeigen. Damit sollte man sich begnügen! Gesetzmäßige Abläufe können in der Ökologie nicht erwartet werden“ (Tischler, W., 1976, S. 133). Grundsätzlich handelt es sich um Übergänge von einem Zustand in den anderen.

Es ist demzufolge in einer ökologischen Luftbildbearbeitung von Zuständen an einem Aufnahmezeitpunkt X auszugehen und daraus den Zustand Y mittels Analogschluß zu erklären zu suchen (vgl. Schmidt-Falkenberg, H., 1974; „internes Interpretationsverfahren“).

Es kann dadurch zur Überlagerung von sehr unterschiedlichen Zustandsmomenten bei multitemporalem Bildmaterial kommen:



Diese „Zustände“ müssen sich nicht zwangsweise linear verändern, oder gar synchron verlaufen. Die Zustandsänderungen zu Y können auch sprunghaft, kreisförmig oder wellenförmig erfolgen. Die Luftbildauswertung steht somit vor dem Problem nicht-synchron verlaufender Zustände und deren Analyse. Folglich sind in Konsequenz lediglich Tendenzen und Prinzipien bei ökologischen Fragestellungen aufzeigbar, auch unter Anwendung des Luftbildes, das ebenfalls nicht in der Lage ist, sich über den Grundsatz, daß $\Sigma X \neq \Sigma Y$ ist, zu erheben.

Nicht zuletzt wurde auch davon ausgegangen, daß im Sinne der Informatik der Auffassungsvorgang des Menschen ein System darstellt, das in seiner Leistung allen derzeit bekannten technischen Systemen weit überlegen ist (nach Schmidt-Falkenberg, H., 1974). Zu berücksichtigen ist hier jedoch die Tatsache einer „black box“ beim „Computer Mensch“. Der Aspekt relativer Subjektivität ist folglich nicht hinwegzudiskutieren. In vielen Fällen mag jedoch der subjektivierte Informationsgewinn dem objektivierten Mindergewinn überlegen sein, ebenso wie Ökologie nicht nur quantifizierend betrieben werden kann.

Auch die geosphärischen Erscheinungen sind Systeme, die sich als Komponentenkomplexe mit gesetzmäßigen Beziehungen darstellen. Daraus resultieren spezifische Qualitäten, die den Informationsgehalt biologischer Systeme bestimmen. Ökotope sind als biologische Systeme zu betrachten, die die zwei Ordnungstypen organische, im Sinne von Individualitäten (Biosphären), und ökologische (Biotope), im Sinne von Konnexen, beinhalten. Der ökologische Ordnungstyp stellt „im Grunde genommen nichts anderes als Landschaftstypen“ dar“ (Tischler, W., 1976, S. 2; vgl. auch Remane, A., 1950, S. 404–410).

Die Ausgliederung von „Typen“, besser „Ökotypen“, beinhaltet aber das Grundproblem aller möglicher Übergänge zwischen unterschiedlichen Phänomenen und Klassifizierungen im biologischen Bereich. Trotzdem kann in der Luftbildauswertung davon ausgegangen werden, daß es sich um „Typen“ handelt, die aus fertigen Teilen, biologisch gesehen den „Arten“, bestehen. Von diesen „Arten“ sollte jede Luftbildauswertung ausgehen (vgl. auch Bodenfotografie), wenn auch die Ordnungszustände in der sogen. „Landschaft“, was immer diese sein mag, weitaus komplexer sind. Eine Auflösung in allen Qualitäten „zeugt von Unverständnis biologischen Denkens“ (Tischler, W., 1976, S. 3.).

Somit wird sich vermutlich die zunehmende Bedeutung des Computers in der Luftbildanalyse ökologisch als kaum förderlich erweisen, denn computergerechte Aufbereitung von Komplexen bedeutet nichts anderes als eine „Qualitätsauflösung“ auf dem Wege einer Quantifizierung.

Biologische Systeme besitzen eine formale und eine inhaltliche Ordnungsseite. Zur inhaltlichen Seite gehören strukturelle Besonderheiten von Lebensräumen, Einzel- und Komplexmerkmale eines bestimmten Milieus (z. B. bestimmte Torfmoose als Voraussetzung für bestimmte Tierexistenz; Vorkommen bestimmter Pflanzen für nahrungsspezialisierte „monophage“ Tiere; Bevorzugung von Nadelwäldern durch die Tannenmeise usw.) (ebd. S. 5). Dies wird dem Computer, wie auch der qualitative Komplex des irreversiblen Verlaufs des Lebensgeschehens überhaupt, wahrscheinlich nicht erfaßbar gemacht werden können! Hier kann die „black box“ des menschlichen Gehirns eine dem Computer überlegene Funktion erfüllen. Der Verfasser bevorzugt in ökologischen Fragen die Bearbeitung der inhaltlichen Seite.

Besonderes Augenmerk wurde gemäß Aufgabenstellung auch auf die Erfassung der zeitlichen Verteilungsmuster gelegt. Ein ungelöstes Problem stellt sich darüber hinaus in der, besonders aus der Tierökologie bekannten, Umkomposition von Lebensgemeinschaften, wobei Organismen nur zeitweilig im Vordergrund stehen. Wegen der Lückenhaftigkeit des Datenmaterials konnte der Problemkreis der Umkomposition nicht bearbeitet werden.

* „Typen“ werden hier *nicht* im Sinne von Passarge (S., 1929), Troll (C., 1939), oder Schmithüsen (J., 1942) als Begriff aus der „Landschaftstypologie“ verstanden, sondern im Sinne Bobeks (1957), der Landschaften selbst nicht als Typen betrachtet, sondern als reale Objekte (hier eindeutig als Ökosysteme verstanden in Anlehnung an Leser, H., 1976 „landschaftliche Ökosysteme“), die typologisch bearbeitet werden können, unabhängig von ihrer Beschaffenheit (vgl. auch Leser H., 1976, S. 29ff.). Überdies ist es nicht Inhalt dieser Aufgabenstellung, Diskussionen über diese geogr. Grundfragen zu führen.

1.4. Die ökologische Bearbeitung des Luftbildes und dessen ergebnisbeeinflussende Faktoren für photographische Verfahren

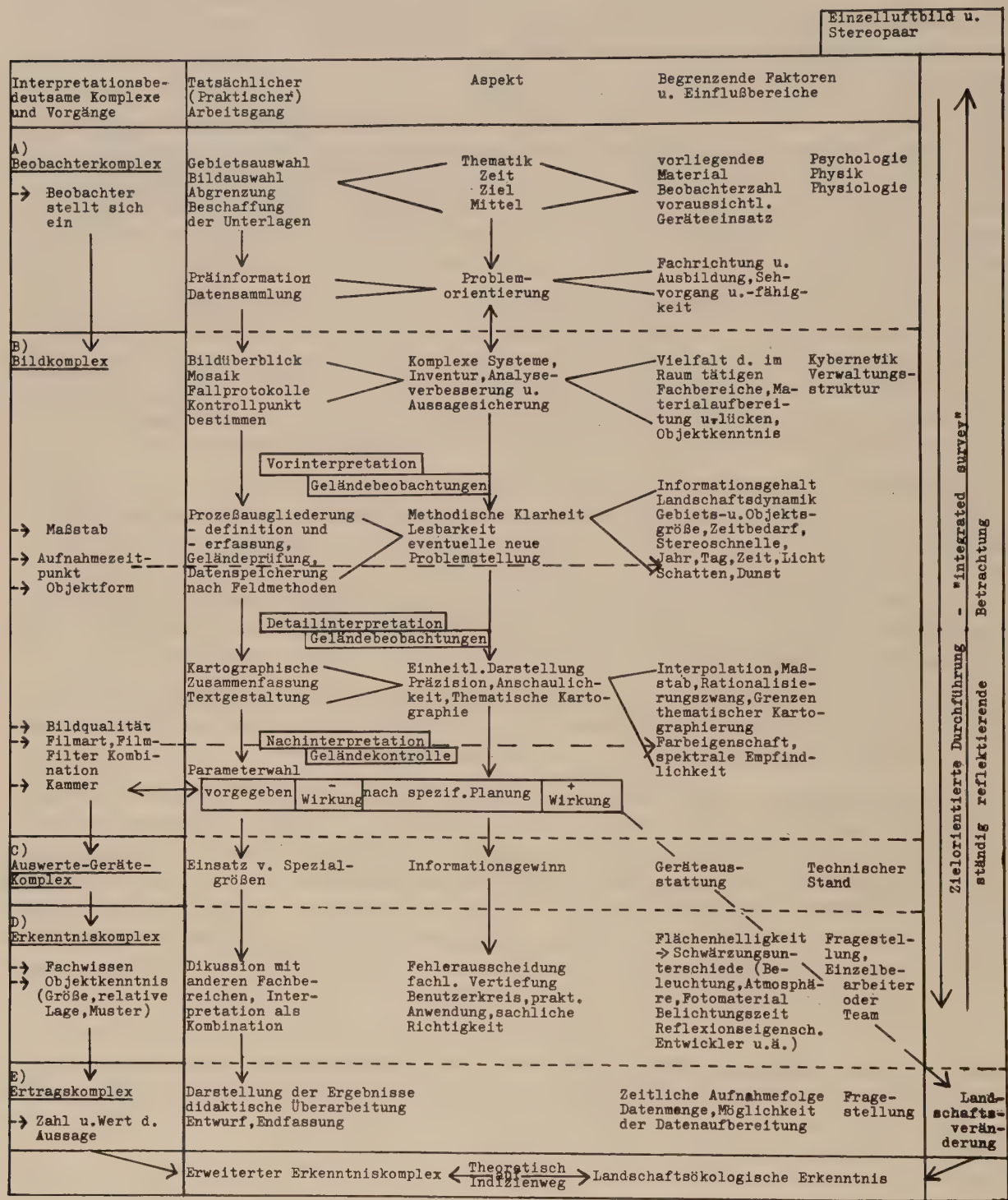


Abb. 4 Quellen: Albertz, 1975; Schneider, 1974; Schmidt-Falkenberg, 1972 in Abänderung
Entwurf: K. Stöcklhuber

2. Das Arbeitsgebiet

2.1. Allgemeiner Überblick:

Der Raum Tegernsee ist ein Teil der nördlichen Alpenkette im Übergangsbereich vom Voralpenland zum Hochgebirge. Historisch sind erste menschliche Aktivitäten möglicherweise in den Zeitraum 1800–2000 v. Chr. zu legen (prähistorische Staatssammlung München, neolithisches Steinbeil), sowie 1600–1300 v. Chr., mit verschiedenen Belegen aus dem keltischen Kulturkreis. Entscheidend für die heutige Besiedelung erwies sich jedoch erst die Klostergründung, etwa 746 n. Chr. (nicht genau festgelegtes Datum!).

Die glaziale Überformung durch den Tegernseegletscher (Rückschmelzen vor ca. 18000 Jahren; nach Stephan, Hesse, 1966) und die Besiedelungs- und Waldgeschichte prägen heute diesen Raum phänotypisch. Der etwa seit Entdeckung der Schwefelquelle und der bescheidenen Erdölvorkommen (1. Entdeckung 1441, Bohrungen schon 1838, zuletzt 1926; siehe Stephan, 1966 und Ruppert, K., 1962) bei Bad Wiessee lawinenartig angestiegene Fremdenverkehr¹, ist die aktuelle raumwirksame Dominante. Folglich sind Zersiedelung, überhöhte Anteile von Zweitwohnungen (22 %), Merkmale überhöhter Nutzung und Verluste an Naturräumen festzustellen. Der gesamtlandschaftliche Zustand wird deutlich in einer überzogenen Uferbelastung durch Verkehrsanlagen und Bebauung, ufernaher Grünlandbewirtschaftung, dem Gebäudezuwachs insgesamt und über 120000 Gästen zusätzlich zu den rund 20000 Einwohnern (Steigerung seit 1960 um ca. 33 %).



Abb. 5 Überblick Tegernseer Tal, Aufnahme vom Wallberg nach Norden, Vordergrund Rottach-Egern; Aufnahme K. Stöcklhuber, 1976

Kennzeichnend für das Gebiet ist der Typ der „Egartlandschaft“², eine bäuerliche Hügellandschaft mit Baumreihen (hier besonders Sommerlinde, Bergahorn, Bergulme, Esche, Buche). Der Gesamtraum ist als Landschaftsschutzgebiet (nr. 182.01 a, b, c, d, u. 182.04) ausgewiesen.

¹ Ausführl. Literatur vgl. Alpeninst. 6/76, „Fremdenverkehrsentwicklung heute“; Danz, W., 1972: „Die Zukunft der Alpenregion“; Ruppert, K., 1962: „Das Tegernseer Tal“;

² Nach Heringer (J., 1974, unveröffentlichtes Manuskript) handelt es sich hier um das Gebiet zwischen Reichertsbeuern, Taubenberg und Miesbach, wobei Heringer Egartlandschaft auch als eine Landschaft mit Baumhecken ansieht, welche die mehr oder weniger großen Grünlandanteile und Hoflagen umgeben und gliedern.

2.2. Vergleich historische – aktuelle Situation (Luftaufnahmen vor 1920) – zeitliche Varianz:

Stadt Tegernsee als Beispiel langzeitlicher Veränderungen:

2.2.1. Gebiet Stadt Tegernsee um 1914:



Abb. 6 Fliegeraufnahme Stadt Tegernsee um 1914
(Bayer. Hauptstaatsarchiv, Abt. IV, Nr. 930 rot, Tegernsee)
Blick nach SW über Neureuth.

Zu beachten: große Rodungsflächen und Erosionsanzeichen (östl. Neureuth), kleine Insel vor Altwiessee noch kaum entwickelt; Aufnahmedatum nicht genau feststellbar.

Ergänzende Informationen (nach den Rekognoszierungen Nr. 821, 784, 812 des bayer. Generalstabes 1882, Bericht V u. VI von Hauptmann Henigst) zum zeitlichen Vergleich:
Bevölkerungsdichte 25 Ew/qkm im Gebirge, 40 Ew/qkm im Flachland, Ausbeutung des Holzreichtums, vereinzelt Torfstiche; die von Edelman (M., 1967) erwähnte Vermutung einer erheblichen Schädigung der Alpbachhänge schon über Jahrhunderte hin wird im Bild deutlich.

2.2.2. Stadt Tegernsee 1971:

Blick nach Osten ins Alpbachtal;

Zu beachten: Gebäude- und Wegezuwachs, stärkere „Ordnung“ und Gliederung der Waldanteile, größerer Waldanteil in linker Bildhälfte, starke Uferbebauung;

Heutige theoretische Besiedelungsdichte³ (= Gesamtfläche minus Wasser – Berg – Moor – Wald und rezenter Siedlungsfläche) = 240 Ew/qkm – entspricht dem verdichteten Teil des Großraums München.

³ Nach Istel, W., 1971, Entwicklungsachsen und Schwerpunkte, Dissertation am Lehrstuhl f. Raumforschung, Raumordnung und Landesplanung, TU München 1971; aus: Heringer, J., 1974.

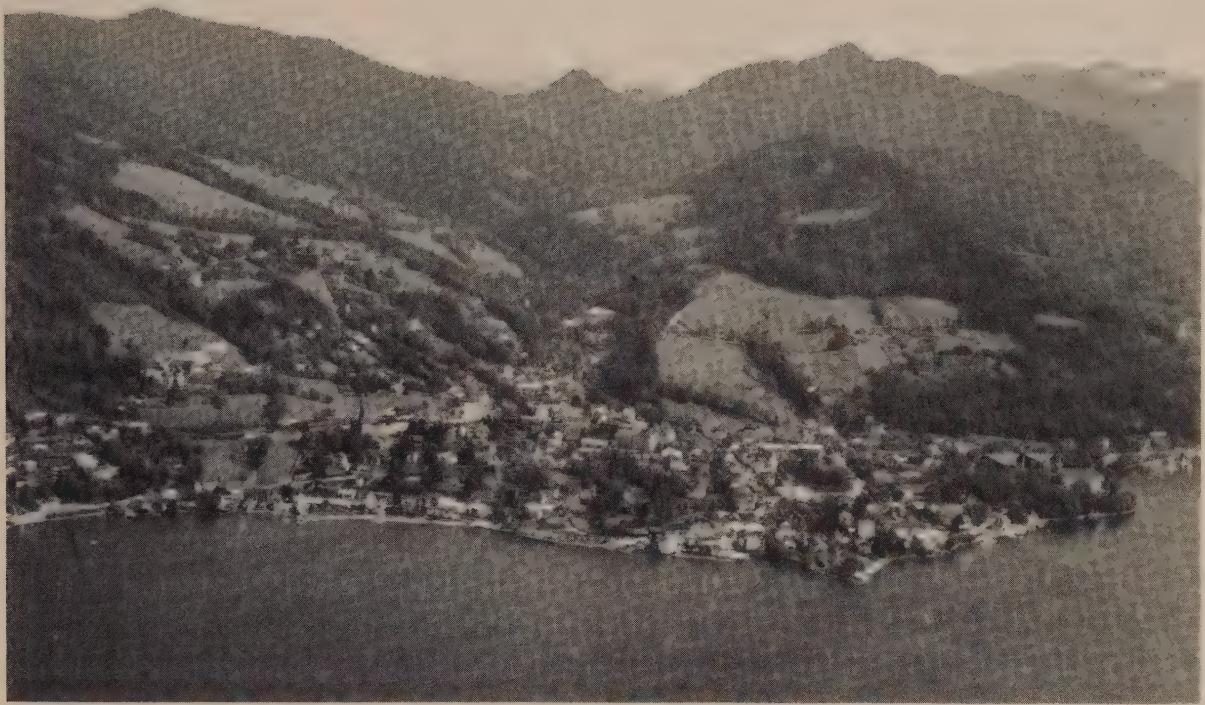


Abb. 7 Schrägbild Stadt Tegernsee 1971
(Freigabenr.: 9/28996 Stuttgarter Luftbild, Elsässer und Co)

2.2.3. Satellitenbildvergleich:

Katz, A. H., 1976 (S. 195): „Have we forgotten the fundamental assumption underlying cost benefit calculations? Are we going to make more problems than we solve?“ (ebs., S. 192) „If a country is well-mapped, well-explored, well-inventoried, well-reported, etc., it is unlikely that an additional tool, such as that afforded by spacesensing gear, will make as much difference as it would in another country less-developed if . . .“ Das Satellitenbild kann kleinräumig als zusätzliche Übersichtsinformation dienen; Für kleinräumige Ökotoptfragen besteht keine geeignete Anwendungsmöglichkeit.

2.3. Datenübersicht des Arbeitsgebietes – Auswahl (soweit für die bearbeiteten Ökotope von historischer u. aktueller Bedeutung)

2.3.1. Aktuelle und Veränderungsdaten – tabellarischer Überblick:

Wesentliche aktuelle Daten

a) Der Tegernsee
Fläche: 910 ha, 6. größter in Obb., 8,93 qkm,
Tiefe: max: 72,2 m, mittel: 36,3 m
Uferlänge: 20,03 km
Pegel-Null: 724,94 m
Umgebungsfaktor: 23
Theoretische Wassererneuerungszeit: 1,3 Jahre
Verlandung: $\frac{1}{3}$
Ablagerungen: 30 000 m³/Jhr. (geschätzt)

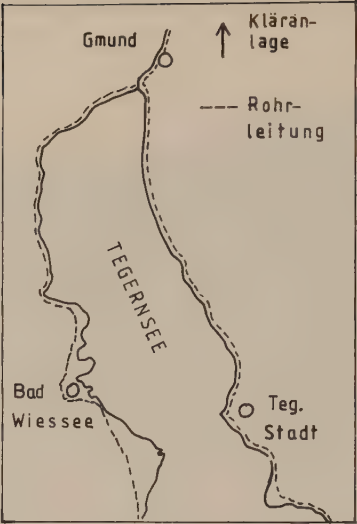
Veränderungsdaten

Wasserstand seit 1949 dem von 1860–70 durch Ablaufräumung (Mangfall) angepaßt (10 cm Absenkung); Auslaufräumungen (siehe Bilddokument) mit Röhrichtvernichtung 1965,

Seezustandsentwicklung:

ca. 1920 oligotroph -- mesotroph; 1930–40 -- eutroph 1950 -- stark eutroph 1960 -- seit 1970 mesotroph -- 1978 Tendenz zu Oligotrophie; (siehe auch zeitliche Entwicklung der Röhrichtzone)

Volumen: 324 Mio m³
Abfluß: 2,17 m³/sec
(Mangfall bei mittlerem Niedrigwasser) 8,2 m³/sec
Sedimentation: ca. 4 mm/Jhr.
(nach Abwasserzweckverband 35 cm/Jhr Schlammablagerungen vor Ringkanalisation am Seeboden)
Flußgebiet: Inn
Niederschlagsgebiet: 210,5 qkm
Trophiestufe: mesotroph bis oligotroph
Abwasserbelastung: 60 000 EWG
Erweiterungskapazität: + 30 000 EWG
Ringkanalisation: seit 1965
Windexposition: stark, Vollzirkulation
Eisbedeckung: i.d.R. sporadisch, Randbereiche häufiger
Typ: Zungenbeckensee



(Quellen: Hamm, A., 1971; Gartner, G., 1972; Abwasserzweckverband Tegerensee)

Abb. 9a Ringkanalisation am Tegerensee (Hamm, A., Liebmann, H., 1972 u. Wilhelm, F., 1972)

Hinweis zum Gebrauch der Datenübersicht:

Die aktuellen Daten geben die Ausgangssituation zur Zeit der vorliegenden Untersuchung wieder. Aus der Spalte Veränderungsdaten sind die für die Untersuchung bedeutsamen Veränderungen abzulesen. Aus Platz- u. Zweckmäßigkeitsgründen können die Vorgänge im einzelnen nicht weiter erläutert werden. Das Datenmaterial erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist primär einer Bestandsaufnahme dienlich.

b) Vegetation:

Waldfläche (Stand 1. 1. 76): 391.183 Ar
Aktuelle Waldtypen:
– Abieto-Fagetum-pictosum (Bergmischwald), auf Flysch u. Molasse (Vorland) 950–1250 m Höhe über NN
– Picetum montanum (Bergfichtenwald) auch auf Grundmoräne 900–1300 m über NN
– Reste von Orchideen-Buchenwald, Querco-Ulmetum-Bestände
– Verfichteter Buchen-Tannenwald, 700–1000 m über NN
– Fichtenmonokulturen mit Larix
– Larixreinbestände kleinräumig (bei Teg.-Stadt)
– Reste von Erlen-Eschen mit Fichten-Linden-Erlenmischung
– Fichten-Tannen-Lerchen-Buchenmischbereiche, mit Kiefer an sonnseitigen Hängen
– Grünerlen- u. Grauerlenbüsche
– Bruchwaldteile an Uferlagen
– Baumreihen aus Sommerlinden, Bergahorn, Bergulme, Eschen (früher) meist sogen. „Heimhölzer“ zur Streu- u. Brennholznutzung, auch Besitzgrenzen)
Aktuelle Zusammensetzung:
Fichte Tanne Laubholz
63 % 10 % 16 %
(Tannenverlust besonders wichtig! Besonders gleichaltriger Struktur! 1 % überalterte Stämme)

Waldflächenveränderungsdaten (in Ar)				
1968	1971	1972	1973	(1)
154.216	152.353	153.340	153.693	BW
72.390	75.271	75.164	75.223	G
211.008	118.240	118.760	118.917	RE
525.614	526.762	526.039	525.448	T.St.
963.228	862.626	853.303	853.281	Summe

Kontinuierlicher Waldverlust im Gesamtgebiet!

Historischer Rückblick:
1900 waren 68 % der Umgebung des Teg. mit Nadelwald bestanden, gemischt mit Wiesen, Matten, Ackerbau (!),
Seltene Arten um 1900:
Eiben, grüne Nießwurz, Zwergmispel, Frauenschuhorchidee, Sumpfenzian,
Im Gebiet Auer-Ulmen am Westufer noch letzter Urwaldbestand bis ca. 1910, 92 ha, Buchen mit 7 m Stammumfang, Tannen mit 5–6 m Stammumfang (Höhe 45 m)

Gesamtbild früherer Jahrhunderte:
Vorwiegend montaner Mischwald aus Tanne, Fichte, Buche;
Ursprüngliche Verteilung (nach Meister)
Fichte Tanne Sonstige
45 % 25 % 30 %
Karl, J., Danz, W., Toldrian, H., (1971) rechnen in etwa 60 Jahren mit Fichtenanteil 90 % – Restbuchenbestand v. 6 %!; sehr schwach vertretene mittlere Altersklassen, durch ungeregelte Waldweide u. Wildschaden. Beschirmungsgrad von 20 % 1971 auf 10 % sinkend (bis ca. 2000); insgesamt drastische Schwächung prognostiziert; in 100 Jhr. kein Wald mehr; 75 % der Flächen mit Wildschäden;

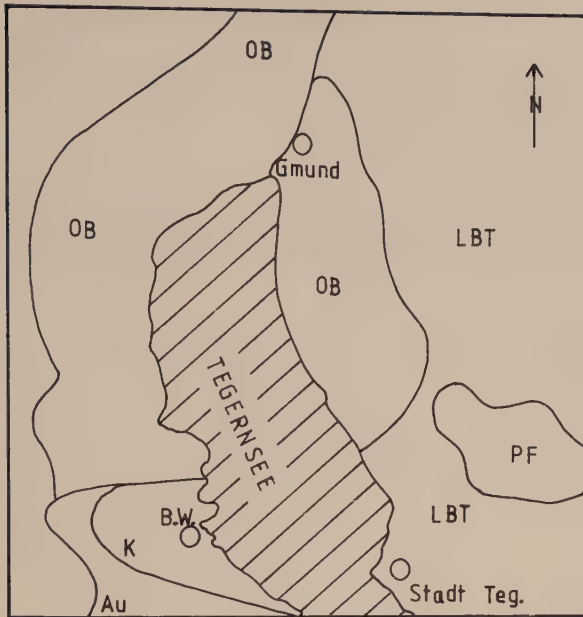


Abb. 9b Verbreitung der potentiellen Vegetation am Tegernsee

Anmerkung: Zeichenerklärung (1): Bad Wiessee = BW, Gmund = G, Rottach-Egern = RE, Tegernsee-Stadt = T.St.

Potentielle Waldtypen (Zu 2.3.1.b) – (Vgl. Abb. 9b!)

Raum Gmund-Gasse, Dürnbach, Hölz, Rohbogen, Gebiet Nesselscheibe (W-Ufer)

Orchideen-Buchenwald der Kalkalpenrasse und Hainlattich-Tannen-Buchenwald (700–1500 m)

Raum Bad Wiessee-Ort u. Altwiessee:

Kalkflachmoor, Pruno-Fraxinetum (Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald) Querco-Ulmetum (Eiche-Ulme)

Raum Altwiessee, Fuß des Semmelbergs, Abwinkel:

Erlen-Eschen-Auwald mit Fichten-Erlen-Auwald, anmoorig, bis 800 m Höhe, auf Sand, Lehm, Ton, Gley;

Raum Tegernsee, Sankt Quirin, Ostin, Ostufer:

Labkraut-Buchen-Tannen-Wald, auf lehmigem Sand, sandigem bis tonigem Lehm u. Braunerden mit hohem Basengehalt

Raum Ostiner Berg, Neureuth, Gindelalm:

Peitschenmoos-Fichtenwald, auf Braunerden und Podsolbraunerden, Gebiet des Helvetikums, Flysch; mit Vogelbeere und Weißtanne; 900–1500 m, (Bazzanio-Piceetum)

Bisherig:

Nutzungsformen: Forste, Kahlschlag – 60 % der Bestände in schlagweiser Nutzung;

Funktionen: Holzgewinnung, Erholung, Wasserschutz

WFP – Gegenwirkung: (Zu 2.3.1.b)

Folgen: Wassererosions- u. Bodenerosionsreduzierung, gestufter Aufbau, naturnaher Plenterwald; aus Untersuchungen über Sproßlängsklassen (Schreyer, 1977) ist ein Verschwinden der Tanne zu erwarten;

Hauptmerkmal der WFP-Erkenntnisse:

Betonung des Bodenschutzwaldes weiteres siehe dort (WFP)!

Folgen:

Abflußzuwachs bis zu 200 % gegenüber Plenterwald;

Zukünftig:

Übergang zum Plenterschlag als Folge der WFP, hauptsächlich Schutzwaldfunktionen in weiterer Zukunft

Legende:

OB – Orchideen – Buchenwald

K – Kalkflachmoor

Au – Erlen – Eschen – Auwald

LBT – Labkraut – Buchen – Tannenwald

PF – Peitschenmoos – Fichtenwald

Ortschaften siehe (1)

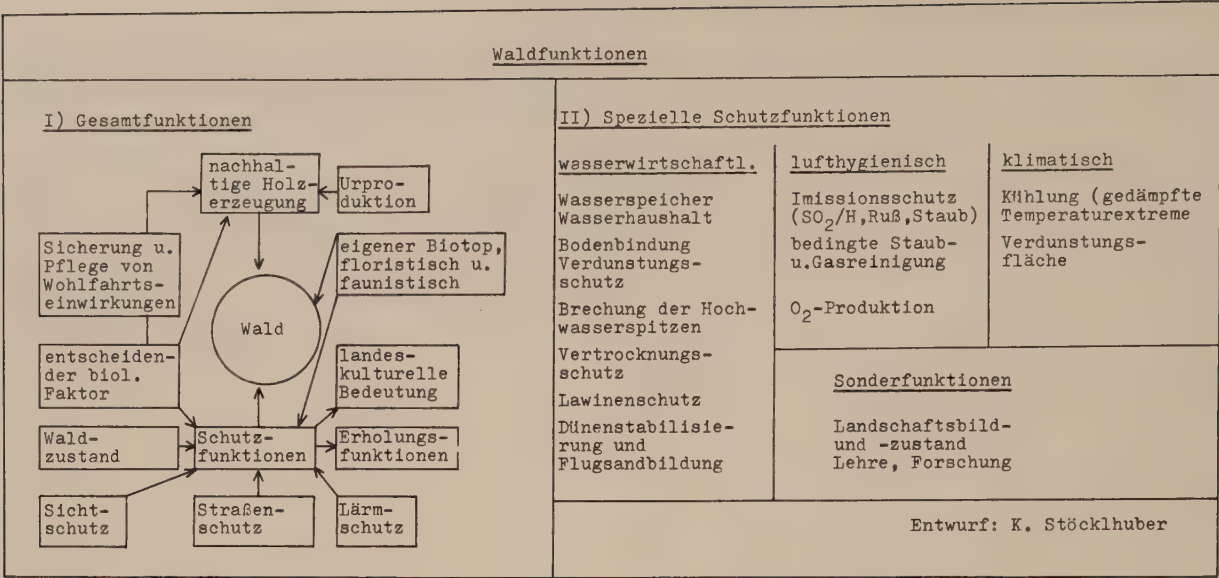


Abb. 10 Waldfunktionen

Quellen: Datenbank des MStMLU, 1976; Trautmann, W., 1973; Rudolph, E., 1975; Schreyer, G., Rausch, V., 1977; Laatsch, Grottenhaler, 1973; WFP-Planungssektion MB, 1974/76, Karl, J., et.al., 1971; Meister, G., 1972; eigene Erhebungen u. Recherchen, Befragungen;

2.3.2. Ergänzende Aspekte zur Vegetation:

Zur Beurteilung von Waldflächen hinsichtlich Veränderungen sind einzubeziehen:

a) Die Faktoren, die den Waldzustand beeinflussen:

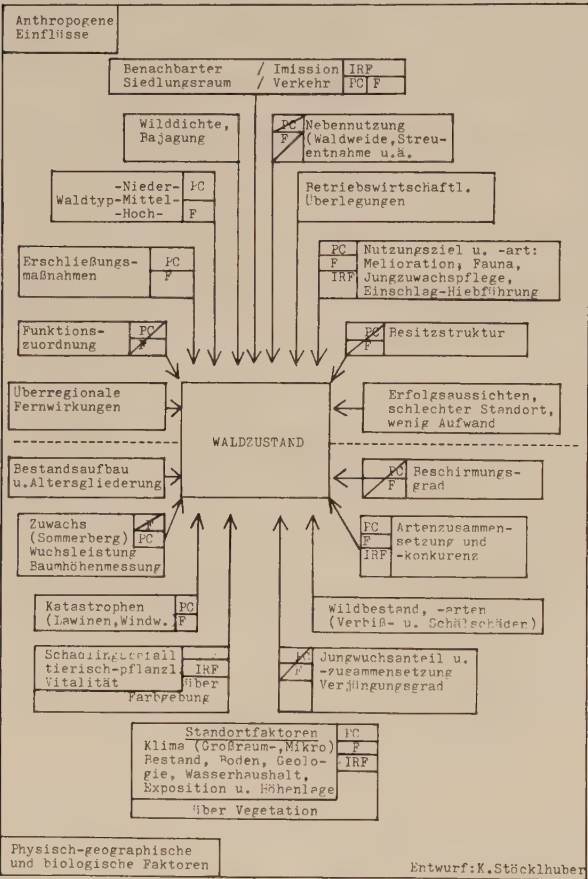


Abb. 11 Zeichenerklärung:

PC = Panchromatisches Filmmaterial
 F = Farb/Color
 IRF = Infrarot-Falschfarben
 z. B. F = Anwendung bedingt möglich

b) Waldgeschichtliche Einflüsse

Im Raum Tegernsee sind zu vermerken:

- Holzrechte der Bauern und Almbesitzer, daher im Gebiet Kreuzberg seit 1540 erhebliche Eingriffe in das Waldkleid (vgl. Fliegeraufnahme 1914); erst seit 1952 Ablösung dieser Rechte im Gange; (nach Edelmann, M., 1967);
- Brennholzentnahme durch ostbayerische Salinenbetriebe (nach Rückert, L., 1960), dabei besondere Bevorzugung der Fichte wegen niederer Brenntemperaturen; noch um 1900 wird vom Holztriften über Rottach-Egern (Weißach) – See – Gmund bis in den Inn/Rosenheim berichtet (Francé, R. H., 1922).
- In unmittelbarer Klostersnähe Plenterschlag einseitig auf Fichte, dadurch besonderer Waldtyp, die sogenannten „Weidebestände“.
- Im 18. Jahrhundert waren alle erreichbaren Wälder durch Nutzung und Waldweide zu parkartigen, offenen Beständen und Gebüschten abgewirtschaftet (nach Walter, H., 1973).
- Erst ab 19. Jahrhundert Gedanke des waldbaulichen Zieles ungleichartiger Mischbestände aufkommend.
- Im Untersuchungsgebiet von Bedeutung war auch der radikale Holzeinschlag der 50er Jahre im Privatwald wegen hoher Preise und die erhöhte Brennholzgewinnung nach 1945; auch die Borkenkäferseuche 1946, sowie das Dürrejahr 1947 sind von wesentlichem Einfluß auf die aktuelle Waldvegetation.

2.3.3. Grunddaten zur Nichtwaldvegetation:

(Fortsetzung der Tabelle)

Aktueller Stand und Typen

a) Landwirtschaftl. Flächen gesamt, 1976:

BW	68 275 Ar
G	111 934 Ar
RE	73 238 Ar
T.St.	19 436 Ar
Summe	272 883 AR

b) Vorhandene Typen Dauergrünland (Rinderhaltung)

<i>Wiesen:</i>	
Goldhaferwiesen auf frischen Böden, submontan, 700–1400 m Höhe;	
Trollblumen-Bachdistelwiese auf feuchten und nassen Böden, Schwemmkegeln;	
<i>Weiden ohne Hutung;</i>	
<i>Hutungen</i> (minderwertiges Weideland)	
<i>Streuwiesen</i> (Stand 1972)	
BW	5 210 Ar
G	4 421 Ar
RE	3 244 Ar
T.St.	1 847 Ar
Summe	14 722 Ar

– Moorflächen 1975 (dito 1972/1973)

BW	34 Ar
G	142 Ar
RE	0 Ar
T.St.	314 Ar
1972/73	1 239 Ar

Vorhandene Typen:

- Niedermoor (Röhrichte)
- Hochmoor; meist degradierte Restflächen (z. B. 4 ha bei Moosrain/Gmund)

Ferner nicht mehr vorhanden:

Getreideflächen und Ackerbau

Veränderungsdaten

Nicht mehr genutzte landwirtschaftl. Flächen:

1972	1973	1976	
3 489	5 225	5 795	BW
2 783	2 783	2 783	G
10 595	10 559	10 136	RE
4 514	4 986	4 879	T.St.
21 381	23 553	23 593	Summe

Zunehmender LF-Verlust!

Grünlandverluste:

1968	1972	
90 745	68 454	BW
132 798	110 812	G
83 713	73 461	RE
25 179	21 262	T.St.
332 435	273 989	Summe

- Siehe Luftbildbefund – *starke Abnahme* – keine Veränderungsdaten erhältlich!

- Moorflächenverluste nicht ausgewiesen, real: *Verlust mehrerer Feuchtbiootope*;

- *starker Verlust* nur im Gebiet T.St. quantifiziert;

– bis 1971 vorhanden:

	1968	1971	
Weizen	66 Ar	0 Ar	Nur Gmund um 1900 auch
Hafer	33 Ar	0 Ar	Ackerbau in der Weißachau
Kart.	44 Ar	0 Ar	bei RE nachgewiesen

2.3.4. Übersicht ökologisch bedeutsamer Eingriffe in die Landschaft durch Baumaßnahmen u. a.:

a) Wasserwirtschaftsmaßnahmen:

BW – Ausbauten und Verbauung im Bereich des Söllbachs

RE – Sanierungen der Rottach und Weißach, u. a., wasserbauliche Maßnahmen;

Teg. – Alpbachsanieierung, Ausbau und Verbauung der Tegernseebäche;

b) Gebäude- und Verkehrsflächenentwicklung als ökologisch bedeutsame Kriterien des Landschaftsverbrauches-

Aktuelle Situation

Wohngebäude + Wochenend- u. Ferienhäuser (Anzahl):

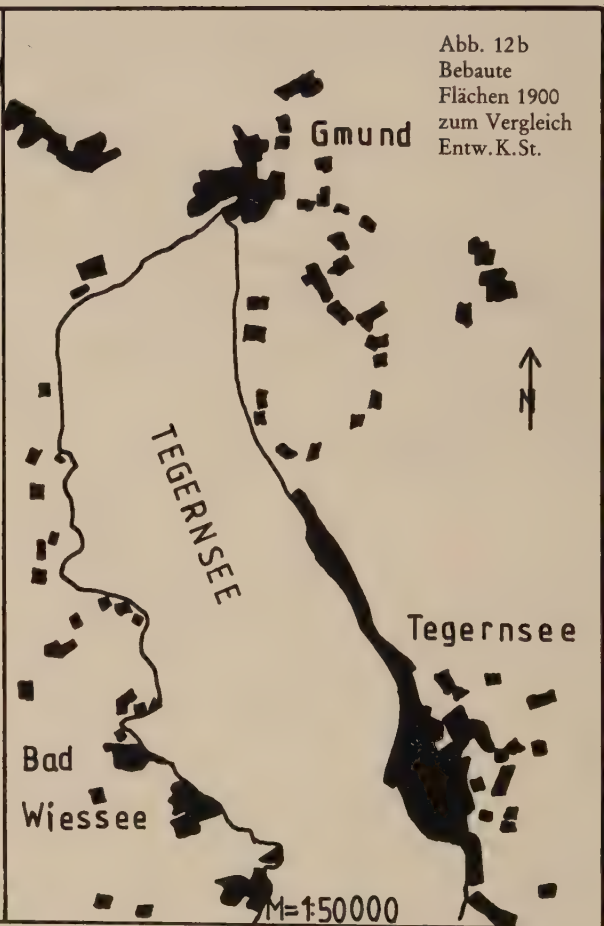
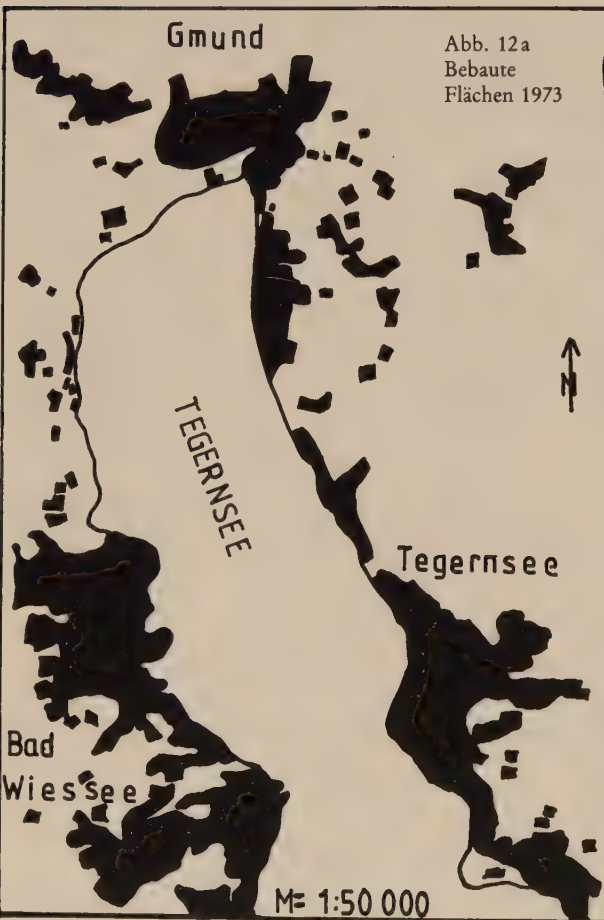
1975 = 3264 mit

ständig steigender Tendenz

1978 ca. 3350;

Veränderungsdaten

	9.50	6.61	10.68	12.71	12.73
BW	284	507	628	663	694
G	283	437	616	659	677
RE	552	802	1030	1123	1181
T.St.	399	537	598	631	643
	1518	—	—	—	3195



* Weiterführende Literatur siehe BStMLU, Region Oberland, 1975, ebenso zu sozialgeogr. Daten; Stöcklhuber, K., 1975;

Aktuelle Situation

Veränderungsdaten
Vor 1949 dagegen: Gebäude u. Wohnungen (ohne Wochenend- u. Ferienhäuser)

	1900	1901–1948	1949–später
BW	47	264	297
G	160	99	241
RE	167	278	547
T.St.	180	202	201
Gesamt:	554	–	1286

Bauland
zu ca. 1/3 der Gesamtfläche in Fremdbesitz;

Veräußerte Flächen in qm:

	1963	1964	1965	1966	1967
BW	–	800	–	375	2110
G	3813	997	1701	307	400
RE	5965	5239	15058	250	20322
T.St.	–	1574	–	–	3800

	1969	1971/72	1973	1974	1975
BW	–	–	–	–	–
G	14750	10426	1793	270	122
RE	–	–	1200	18195	10772
T.St.	–	–	2446	–	–

Gesamtflächenverbrauch: 123 485 qm
(= Verlust an freier Landschaft)

Verkehrsflächenbedeutung:
u. a. hoher Zerschneidungsgrad der Landschaft, besonders in Außenbereichen, Ökotopzerschneidung und -verluste; hohe Zahl an Alm-Forst-Hütten- u. a. Zufahrten. (ausgewiesen durch Anteil der Fahrbahnbreite unter 4 Meter)

Straßenlängen in Meter:

	gesamt		innerörtlich
	9.66	1971	1971
BW	27208	27858	22690
G	18878	21178	13253
RE	43666	46328	28761
T.St.	11480	11880	11880
Gesamt	91232	107244	76584

Gebäudezuwachs, Verkehrsflächen und Baulandverkauf zeigen überdeutlich den *in der Zeit extrem* gestiegenen *Verlust freier Landschaft* mit allen hinreichend bekannten Negativfolgen für Ökotope („Landschaftversiegelung“, Grundwasserspiegelbeeinflussung, Vegetations- u. Tierverluste, Eutrophierung von Boden und Wasser, Feuchtgebietsverluste u. a.). Diese Antrophoeinflüsse müssen in Ökotoptveränderungsbeobachtungen in Kulturlandschaften besondere Beachtung finden. Die gegebene Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit!

2.3.5. Bedeutsame phänologische und klimatische Daten:

a) Klimacharakteristik

- Mittlere Niederschlagssumme für den unmittelbaren Seebereich: 1800 mm/Jahr. (Relative Trockenjahre: 1960, 1963, 1969, 1976: Feuchtjahre: 1965, 1966, 1970, 1975, 1978)
- Durchschnittliche Alpenföhnwindwirkung bis zu 50 Tage/Jahr;

- Frosttage durchschnittlich unter 120 Tage/Jahr;
Eistage unter 30 Tage/Jahr;
- Mittlerer Beginn von 5 °C Tagesmittel der Lufttemperatur: 10.4.; Trockenlufttemperatur im Schnitt bei 10 °C;
- Mittlerer Beginn der Apfelblüte: 20. Mai;
- Windstärken durchschnittlich: 1,95 ; (Periode 1960–1969 meist unter 2,0; seit 1970 i.d.R. über 2,1!);
Hauptwindrichtungen SE und NW;
- Sonnenscheindauer 4,2 Std. im Schnitt, Stadt Tegernsee günstiger;
- Gewitterhäufigkeit bis zu 40/Jahr;
- Die ausgeprägte Süd-Norderstreckung des Tales bringt den Südhängen (Tegernsee-Stadt) im Frühjahr und Herbst Strahlungsüberschüsse gegenüber der horizontalen Talfläche (Heigel, K., 1960);
(Mittelwerte aus Daten von 1960–1973, nach Stöcklhuber, K., 1975).

b) Phänologische Übersicht:

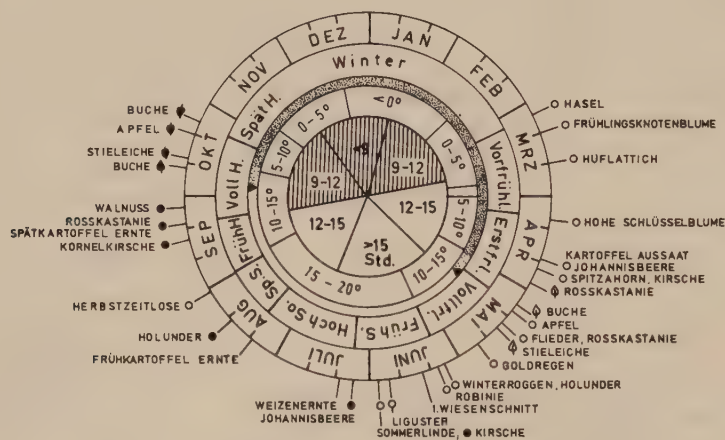


Abb. 13 Vegetationsrhythmik des nördlichen Alpenvorlandes
(aus Larcher, W., 1973, S. 284, Abb. 142)

„Kreise: Beginn der Blüte, helles Blattsymbol: Laubentfaltung, dunkle Punkte: Eintritt der Fruchtreife, dunkles stehendes Blattsymbol: Laubverfärbung, dunkles fallendes Blattsymbol: Laubabwurf, Kreisringe von außen nach innen: Kalendermonate, mittlere Andauer der phänologischen Jahreszeiten, Zeitraum mit Frösten (punktiert), durchschnittlicher Zeitraum mit Mitteltemperatur innerhalb und jenseits bestimmter Schwellenwerte; Innenkreis: Dauer der hellen Tagesstunden. Nach Larcher (1964) unter Verwendung von phänologischen Daten bei Schnelle (1955) und Marcello (1959).“ Larcher, ebs.

2.3.6. Geologie, Geomorphologie, Erosionsfragen:*

a) Geologische Übersicht



Abb. 14 Geologische Übersicht „Übersichtskarte der Gesteinszonen und schematisches Querprofil durch die Bayerischen Alpen im Bereich des Landkreises Miesbach“ (aus Laatsch, W., 1973, S. 43, Abb. 23)

* Weiterführende Literatur siehe Laatsch, W., 1973; Karl, J., 1974; BStfLU, Bayer. Geol. Landesamt – Stephan, W., Hesse, R., 1966; u. a. Nähere Ausführungen nicht relevant zur Aufgabenstellung (vegetationsgeographischer Ansatz).

b) Morphologische Übersicht:



Abb. 15 Geomorphologische Karte des Oberen Mangfall-, Schlierach- und Leitzachgebietes – Teilausschnitt – Bayer. Umweltministerium, 1972, „Sonderplan Mangfall“, Bd. II – Kartenteil, Beilage 1 zu O.Erol.

Legende zu Abb.15:



ungegliederte Moränenablagerungen,

T1,T2,... hochglaziale Terrassen d.Würmeiszeit,

M1,M2,... hochglaziale Fernmoränen d.Würmeiszeit,



anstehender Felsuntergrund,

c) Geologischer Rückblick:

Der Tegernseegletscher als Zweig des diluvialen Innigletschers begann vor annähernd 18 000 Jahren abzuschnmelzen. Er bildete das einheitliche, muldenförmig gestaltete würm-glaziale Seebecken; der Seespiegel war zu dieser Zeit ca. 15 m über dem heutigen, durch Übertiefung entstanden zahlreiche Gefällsbrüche der Bäche im Unterlauf. Die Seeverlandung setzte etwa vor 15 000 Jahren ein. (Vgl. Stephan, W., Hesse, R., 1966)

3. Ausgewählte Ökotope – ihre ökologische Charakteristik und Untersuchungsschwerpunkte

3.1. Grundsätzliches – Untersuchungsschwerpunkte:

Wie im methodischen Teil näher ausgeführt wird, liegt der Untersuchungsschwerpunkt vorrangig in der Aufspürung von Vegetationsänderungen, Überprüfung und Feststellung geeigneter Verfahren und deren exemplarisch gezeigten Anwendung. In einer ersten Bearbeitungsstufe galt es, Änderungen ganz allgemeiner Art im Untersuchungsgebiet festzustellen, in der zweiten Stufe, diese Feststellungen exemplarisch an geeigneten Ökotypen zu präzisieren und luftbildmethodisch zu untersuchen, dabei geeignete Methoden aufzufinden und vorhandene zu verbessern.

Die Auswahl der Ökotope wurde nach folgenden Gesichtspunkten getroffen:

- Vorauswahl von Ökotypen, in denen zunächst optisch nachzuweisende Änderungen beobachtbar sind.
- Aus diesen wiederum Auswahl charakteristischer Beispiele in zeitlich möglichst abgedeckten Intervallen.
- Ökotope gleichen oder ähnlichen ökologischen Typs werden nur je einmal exemplarisch vorgestellt. Die Untersuchungen selbst erfolgten aber vergleichend auch an Nachbar- und Wiederholungstypen im gleichen Gebiet.
- Nicht berücksichtigt wurde der gesamte sozialgeographische Bereich des Untersuchungsgebietes.
- Die exemplarisch herausgestellten Ökotope wurden besonders nach ihrem hohen Stellenwert in der Landeskultur, Landschaftspflege und des Umweltschutzes, nach Seltenheits- oder ökologischem Bedeutungsgrad ausgewählt.

Letzteres Kriterium wurde u. a. abgeleitet nach den Grundsätzen bayerischen Natur- und Umweltschutzes (vgl. z. B. Kaule, G., 1976; BStMfLU-Schriftenreihe, u. a.), nach denen es gilt, der Landschaft ein Mindestmaß charakteristischer Eigenart zu bewahren, bedrohten Arten Lebensräume anzubieten, sowie ökologisch wichtige Abläufe zu unterstützen und zu stabilisieren (Kaule, G., 1976, S. 25). In diesem Rahmen geht es besonders um sogenannte ökologische Zellen oder Ausgleichsflächen von biologischer, struktureller und funktionaler Bedeutung (z. B. gerade die mit dem ökologisch völlig unsinnigen Begriff „Öd- und Unland“ beschriebenen Flächen).

3.2. Bedeutung der untersuchten Ökotope im Problemkreis Landschaftsschutz – Umweltschutz:

Besonders schutzwürdig (Bewertung der Schutzwürdigkeit vgl. z. B. Montag, A., 1976, S. 43 ff.; Kiemstedt, u. a.) sind neben Bach- und Flußgebieten die Bereiche der Seeufer (vgl. Buchwald, K., 1969, Thema: Fortschreitende Entwertung von Uferlandschaften), Landschaftsschutzgebiete, Feuchtgebiete, Waldbestände und ihre Ränder, Hecken und Flurgehölze, Berghänge, -kuppen und -gipfel (vgl. auch Streibl, M., 1975). „Rückgang und Verlust von Arten haben für die Biosphäre eine große, je nach Reichweite der Veränderung aber verschiedene Bedeutung“ (Sukkop, H., 1971, S. 165 ff.). Stärksten Rückgang weisen landesweit die Vegetation der Gewässer, Moore und Ödlandrasen auf. Auch die Kulturwiesen unterliegen stärksten Umwandlungen durch Selektion, Defektsetzungen, Implantationen und Transplantationen von Pflanzenarten.

Vegetationsänderungen haben häufig Artenverluste zur Folge, die sogar phytogenetische Bedeutung erlangen können. Klein- und großräumig sind im Gefolge Arealschrumpfung und -verluste von Bedeutung, welche die landschaftliche und biologische Diversität (nach Ellenberg, H., 1976, Diversität als qualitative Vielfalt verstanden) verringern und die ökologische Stabilität des betroffenen Raumes und der betroffenen Lebensgemeinschaften beeinträchtigen können. Das Maß der Veränderungen kann neben der quantitativen Erfassung des Artenrückganges (pflanzensoziologische Methode) gerade auch Zahl und Flächenanteile des Gemeinschaftsrückganges sein¹. Diese Thematik wird z. B. von Olschowy (G., 1971 a, S. 154) als eine der

¹ Ausführliche Übersicht zu den vielfältigen Rückgangsursachen bei Sukkop, H., 1971, S. 171, Tab. 2, S. 172, Tab. 3!

vordringlichen Aufgaben der Forschung bezeichnet, wobei er u. a. Untersuchungen fordert, die über den Verlust von ökologisch wertvollen Biotopen als Folge von Eingriffen der Technik, sowie zahlen- und flächenmäßiger Zunahme von Biotopen Auskunft geben. In diesen bedeutsamen Umweltfragen² kann die Luftbildforschung wesentliche Beiträge liefern, nicht nur wegen ihres Vorteiles in raum-zeitlicher Dokumentation. Solche Untersuchungen können raum-zeitliche Folgeketten aufgrund von Eingriffen in die Naturpotentiale erschließen, die die Regulationsprinzipien der Ökosysteme schädigen oder durchbrechen (nach Stodte, G., 1976, S. 173)

3.3. Die bearbeiteten Ökotope und ihre wesentlichen ökologischen und luftbildbedeutsamen Charakteristiken

3.3.1. Die Litoralzone

Pflanzensoziologisch handelt es sich in diesem Ökotyp um den Verband Phragmition der Klasse Phragmitetia. Diese Stillwasserröhrichte weisen typische Sukzessionsreihen im Verlandungsgebiet von Seen auf und werden dominant von Phragmitetum communis, Groß- und Kleinseggenbeständen charakterisiert (genaues Sukzessionsschema siehe Bildmaterial). Ökologisch entscheidende Faktoren sind im anorganischen Komplex zu große Trockenheit einerseits und zu große Wassertiefe andererseits. Die Bestandsgrenzen sind fließend. Seeseitig wird für Röhricht bei ein bis zwei Metern Wassertiefe die Existenz begrenzt, landseitig bildet Streuwiesennutzung eine anthropogene Grenze oder Trockenheit eine anorganische. Befindet sich im Boden Staunässe, so tritt Röhricht der Art Phragmitetum com. auch auf oberflächlich trockenen Böden auf und ist nicht ausschließlich an den unmittelbaren Verlandungsbereich gebunden. Anthropogen bedingte Grenzverschiebungen treten durch regelmäßige Mahd von feuchten Wiesen, Entwässerungen, Betreten, wildes Baden und durch Hineinfahren mit Booten auf. Auch die Gewässereutrophierung beeinflusst die Wüchsigkeit des Röhrichts erheblich. Auf Entwässerungsmaßnahmen reagiert Phragmitetum häufig über Jahre hinweg relativ stabil, kann aber als Bestand rasch zusammenbrechen.

Die Bedeutung von Röhrichten reicht vom Uferschutz (siehe auch Bittmann, E., 1961) bis zur Teilnahme an der Gewässerreinigung und der Ausbildung einiger Biozönosen (Wilmanns, O., 1973). Untersysteme bilden kleinräumig seeseitig vorgelagerte Seebinsenhörste oder auf nährstoffreichen Teilgebieten Rohrkolbenröhricht (*Typhetum angustifolium-latifoliae*) der breitblättrigen Art. Plötzliches Ausfallen des Rohrkolbens wurde beobachtet (Montag, A., 1976, S. 186), ohne daß die Ursachen eindeutig nachgewiesen werden konnten. Ebenso wird ein landesweiter Rückgang der Röhrichte insgesamt vermerkt (Sukkop, H., 1967/68; Bittmann, E., 1961; mündl. Mitt. Dr. Kölbing, Landesanst. f. Fischerei Starnberg), wobei die genannten Ursachen mehr spekulative Bedeutung haben dürften. Ein sehr wahrscheinlicher Ursachenkomplex ist in der freizeitlichen und fremdenverkehrsbedingten Nutzung der Gewässer und Litoralzonen zu suchen (nach Wilmanns, O., 1973; eigene Beobachtungen 1974–78). Demgegenüber völlig untergeordnet zu betrachten ist die landläufig geäußerte Meinung, daß Schwäne als „Binsenzieher“ auftreten.

Für die Bearbeitung des Luftbildes sind konkrete Fakten gegeben, vorwiegend eine relativ einheitliche Strukturierung auf größeren Flächen, aufgrund senkrechter Linienführung der dominanten Pflanzenarten (nach Whitman, R. I., 1973). Soweit Schwimmblattgesellschaften dem Röhricht vorgelagert sind, zeigen diese durch ihre Blattformen im Bild deutliche horizontale Strukturen. Mit Seebinsenhörsten, ebenfalls senkrecht orientiert, kann nur in Buchten mit geringem Wellenschlag gerechnet werden. Genauere Ortskenntnis ist zu ihrer Interpretation notwendig.

Für Untersuchungen aus dem Luftbild hinsichtlich der Bestands- und Artenerkennung und deren Veränderungen sind darüber hinaus folgende Tatsachen in die Betrachtungen einzubeziehen:

- a) Der Grundwasserspiegel steht im Jahresdurchschnitt im Hauptwurzelraum der Pflanzen (Dietl, W., 1975, S. 49).

² Siehe auch UNESCO-Final-Report, 1971 S. 18: „Lakes, . . . , are naturally productive areas which supply a significant proportion of the world's food protein and are also important areas for amenity, recreation and wildlife conservation.“

- b) Eine Vermischung von Röhrichtgemeinschaften mit Kleinseggenbeständen durch Eindringen des Schilfes in letztere ist möglich, besonders nach Aufhören der Streuwiesennutzung.
- c) Auf Röhrichtbestände folgt gliederungsmäßig meist ein Niedermoorkomplex in Verlandungsgebieten und mit direktem Anschluß eines restlichen Bruchwaldstreifens.
- d) Im Voralpen- und Alpengebiet ist im Jahresdurchschnitt der Herbst die trockenste Zeit, wobei Klein- und Großseggenbereiche zwischen den Bulten trocken fallen.
- e) Die örtlichen Gegebenheiten erschweren die Zugänglichkeit oft erheblich durch Hochwasserstände und Wuchshöhe. Die Lufterkennung für Feuchtgebiete, Litoralzonen und Moore muß daher als optimale Erkennungsmethode betrachtet werden.
- f) Ökotope der Litoralzone können nicht ohne Kenntnis der ökologischen Verhältnisse des benachbarten und beeinflussenden Wasserkörpers beurteilt werden. Die wichtigsten Daten sind vor einer Interpretation zu eruieren (siehe Gebietsdaten!).
- g) Wenn, wie im vorliegenden Falle, multitemporales Material ohne eine Winterbefliegung vorgegeben ist, muß eine ausreichende Geländebeobachtung in der kalten Jahreszeit ausgeführt werden, da besonders bei stärker windexponierten Seen die Eiswirkung in Form mechanischer Zerstörung auf die Bestandsränder von Bedeutung werden kann (vgl. auch Umschau 73, H. 14, S. 440).
- h) Eindeutige Aussagen über die Bodenverhältnisse der Röhricht- und Seggenbestände lassen sich nicht direkt aus dem Luftbild treffen, da sich mit fortschreitender Jahreszeit eine eigene Oberflächencharakteristik ausbildet, die eine Bodensicht verhindert. Sollte aber, etwa im Frühjahr, Bodensicht möglich sein, so ist besonders zu beachten, daß:
 - allein von *Phragmitetum com.* etwa 15–25 t Trockengewicht/ha/Jahr an Detritus entstehen kann (Weisser, P., 1970);
 - in Randlagen Seeschlamm bei Hochwasser eingeschwemmt wird und sich im Röhricht ablagert;
 - auf schlammigen Böden teppichartiger Algenwuchs, Wassermoose- und Wasserlinsengesellschaften entstehen können;
 - die Bildung grauer, grauschwarzer Sedimente mit saprophytischem Charakter möglich ist;
 - anderer organischer Abfall hinzutritt;
 - überdies Pfützen, der Stand des Seewassers, seeseitige Algenwatten und anthropogene Zugaben zahlreiche Variationen des Erscheinungsbildes begründen.
- i) Bei der Beurteilung von Veränderungen der ökologisch empfindlichen, durch *Phragmitetum c.* gekennzeichneten Ökotope, kann auch ein bislang kaum exakt zu fassender Komplex eine Rolle spielen, etwa lufthygienische Einflüsse von benachbarten Verkehrsräumen über Lufteintrag von Schadstoffen (vgl. Buchwald, K., 1973, S. 193), sowie landwirtschaftlich bedingte Eutrophierungen (Düngung, etc., vgl. z. B. Fröbrich, G., 1973; Kuntze, H., 1976, S. 158; Eidgen. Forschungsanst. f. Landw. u. Pflanzenbau, 1975; sowie Koepf, H. H., 1972; Krause, A., 1972).
- k) In der Litoralzone wird mit panchromatischem Bildmaterial vorwiegend das Infralitoral (vgl. u. a., Klemas, V., et.al., 1973; Whitman, R. I., 1973; Holman, R. E. I., 1974) mit seinen, systematisch gesehen, Höheren Pflanzen erkundet, wobei die dem Ökotope zugehörigen unterseeischen Wiesen und das Litoriprofundal (oder Schalenzone) mittels PAN-Film aufgrund mangelnder Wasserdurchsicht nicht ausreichend erkundet werden können.
- l) Jahreszeitlich betrachtet muß das sehr späte vegetative Wachstum des Röhrichtes aufgrund eines hohen Temperaturbedarfs bedacht werden, das häufig erst nach dem Grünen der Wiesen einsetzt.
- m) Wichtigste Interpretationskriterien sind: „zonation patterns“ und „textural signatures“ (Holman, R. E. I., 1974).

Deutlich aus dem Luftbild entnehmbare Grenzen der Litoralzone und die zeitlichen Bedingungen zeigt nachfolgende Abbildung.

Günstige Aufnahmemaßstäbe für Detailuntersuchungen liegen bei 1:5000 und größer (vgl. Gams, H., 1943). Bei exakten kleinräumigen Analysen können Vergrößerungen mit M 1:2500, wie im vorliegenden Fall empfohlen werden.

Die Möglichkeit der qualitativen Interpretation von Luftaufnahmen zeigt nachfolgende Tabelle (Tab. 1).

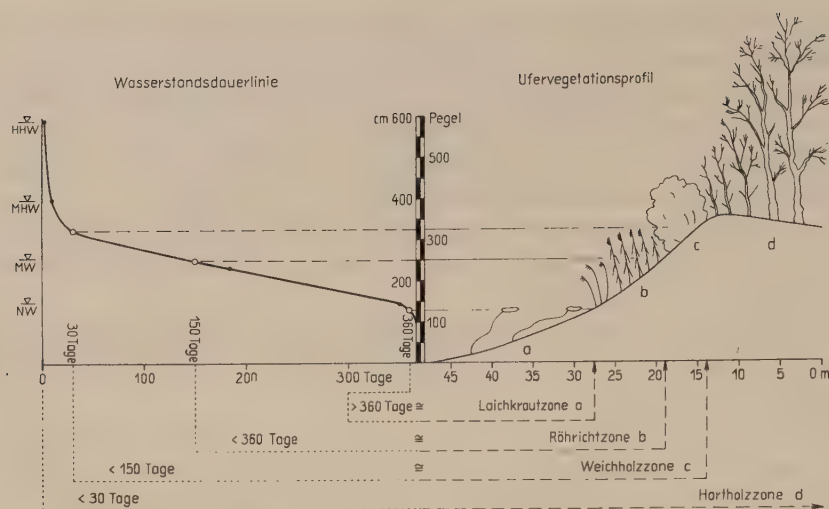


Abb. 16 Grenzen der Litoralzone
(von Bittmann, E., in Tüxen, R., 1961, S. 52).

In jedem Fall ist eine gewaltige und überragende Bedeutung der Luftaufnahme für die Erforschung von Litoralzonen, Feuchtgebieten und Mooren darin zu sehen, daß sie die beste, sehr genaue und schnelle Methode der Kartierung ist (aus Gams, H., 1943, S. 346, nach Havemann, 1937; siehe auch Whitman, R. J., et.al. 1973; Klemas, V., et.al., 1973).

Tabelle zur Auswertbarkeit von Objekten im Litoralbereich mittels panchromatischen Bildmaterials

Vegetationsgruppen (angesprochenes Objekt)	Auswertbarkeit		luftbildmethodisch aussagebegrenzende Faktoren (bei Maßstäben bis 1:10000)	Informationsgewinn durch (...) = begrenzt
allgemein	nach regionaler Kenntnis			
Freischwimmende Pflanzen, submerse Vegetation (unter Wasser)	keine	nur im kleinräu- migen „ground check“	Kein Stereoeffekt, Grauton- varianz, Texturmangel, auch Redundanzgefahr	(Farbaufnahmen), IR-Thermal, IR-Color
Submerse Vegetation, Blüten über Wasser	begrenzt	„ground check“ notwendig, Präin- formation	Texturmangel, kein Stereoeffekt, Flughöhe, Wasserdurch- sicht	IR-Falschfarben, Farbfilm
Algen (Burgunderblut- u. Grünal- genwatten)	begrenzt	über „ground check“ Präinformation	Dichte der Algenwatten kein Stereo, Wassertiefe, u. -farbe, bzw. -trübung	Farbfilm, Infrarotfarbfilm
Schwimblattpflanzen	ja, über Textur	ja, im Detail	Flughöhe, Auswertegerät, Maßstab	IR-Color, Color
Röhrichte u. Großseggen, Kleinseggen, Bruchwälder	ja, als Formation	ja, im Detail bis zur Art, bei sehr kleinen M aus Ge- samtsituation	Jahreszeit, Entwicklungs- stand, Redundanz möglich, Bestandsschluß; Maßstab	Mikrodensitometer, event. Multispektral, IR-Falschfarben

Informationsgewinn wird ferner bei allen Objekten durch Handkammerbilder aus geringer Höhe erzielt. Unterwasservegetation unter 8 m Tiefe (unterer Gürtel des Infralitorals) kann in panchromatischen und Farbbild in unseren Breiten auf keinen Fall interpretiert werden. Der Aufnahmemaßstab sollte nicht unter 1:10000 liegen, als günstig erwies sich 1:5000/1:2500.

Tab. 1: nach Stöcklhuber, K., 1976, S. 92³

³ Weiterführende ökologische Ausführungen, botanische Klassifikationen, energetische Fragen, etc. bei Walter, H., 1963; Weisser, P., 1970; Wilmanns, O., 1973; Larcher, W., 1973; Rodewald-Rudescu, L., 1974; Tischler, W., 1976;

3.3.2. Andere Feuchtgebiete – Naßwiesen, Flach- und Hochmoore

Unter Feuchtgebieten werden in der Regel verstanden: Feuchtwiesen, Moor- und Sumpfgebiete, sowie Gewässer, die dauernd oder zeitweilig stehend oder fließend, natürlich oder künstlich sind, einschließlich solcher Meeresgebiete, deren Tiefe bei Niedrigwasser 6 Meter nicht übersteigt (nach Erz, W., 1975, S.4).

Die vielfältige und weitreichende Bedeutung dieser Ökotope durch Bildung zahlreicher spezifischer ökologischer Nischen braucht hier nicht wiederholt zu werden (vgl. Blab, J., 1976; Reimold, R. I., et.al., 1973; Ringler, A., 1976; Dahl, H.-J., 1976). Feuchtgebiete jeder Größenordnung sind hauptsächlich durch fortschreitende Entwässerung infolge direkter oder indirekter Auswirkungen von wasser- und kulturbaulichen Maßnahmen gefährdet, die bei der heutigen Lage der Landwirtschaft z. T. längst überflüssig geworden sind (nach Ellenberg, H., 1973 b, S. 16). Eine im Untersuchungsgebiet sehr wesentliche Komponente ist auch bei diesen Ökotypen der zunehmende Fremdenverkehr, der mechanische Schäden an Pflanzen, Bodenverdichtung und -erosion, sowie Verunreinigungen, die eutrophierend wirken, verstärkt fördert (ebs. 1973). Wissenschaftlich wird deshalb die Forderung nach geschützten Reservaten zum genauen Studium, die Durchführung genauer Messungen und andere ausführliche Datengewinnung laut (DFG-Mittl., 2/73). Ökologisch entscheidend ist bei solchen Ökotypen der hohe Grundwasserstand in Verbindung mit angemessener räumlicher Ausdehnung (ökologischer Idealfall 250–500 ha), wo dies nicht oder nicht mehr gegeben ist, können auch kleinräumige Bereiche von hoher ökologischer Bedeutung mit Reservatscharakter sein (vgl. Ringler, A., 1976, S. 205). Ihre Erfassung aus dem Luftbild ist maßstabsabhängig. Besonders schwierig ist eine exakte Zustandserfassung bei kleinräumigem Auftreten. Maßstäbe 1:5000–1:12 000 (wie bei Ringler, A., 1976, S. 209) erbringen für diese Zwecke keine ausreichende Differenzierung; Maßstab 1:2500 kann empfohlen werden. Ein für Veränderungsfragen im Luftbild brauchbares Kriterium ist eine sich nach ca. 5–10 Jahren (nach Meisel, K., 1975, S. 542) herausbildende Mädesüß-Hochstaudenflur oder eine vorübergehende (Zeitraum etwa bis 5 Jahre) Vorherrschaft von Seggen und Binsen, sofern eine Feuchtwiese nicht mehr als Streuwiese genutzt wird. Dagegen wird bei anhaltender Streuwiesennutzung und jährlich einmaliger Mahd im Herbst ein Vorkommen naturgemäßen Moorwaldes in der Regel umgewandelt in arten- und blütenreiche Kleinseggenrieder (Davallseggenmoore, nach Rudolph, E., 1975, S. 81, Abb. 22).

Über einen Zeitraum von mehreren zehn Jahren folgt in einer anthropogen gestörten Sukzessionsreihe die Rückeroberung durch Bäume der Arten Birke, Espe, Salweide, Schlehe und verschiedene Sträucher (u. a. Ginster, Himbeere, Wildrose), bei einer häufigen Dominanz von Grauweide und Schwarzerle. Nicht oder nicht mehr genutzte Feuchtgebiete jeden Typs sind in jedem Fall höchst wichtige faunistische und floristische Regenerationsräume. Die intensiv betriebene Drainage solcher Ökotope ist ein ökologischer Irrweg allerersten Ranges. Die Landwirtschaft vermehrt damit nur futterbauliche Grenzstandorte und reduziert landschaftliche Vielfalt (Dietl, W., 1975; Kaule, G.). Gibt nach Drainagierungen ein Landwirt jährliche, erhöhte Kalkstickstoffabgaben auf Feuchtwiesen, so kommt es innerhalb weniger Jahre zu luftbilddokumentierbaren Bestandsänderungen. Insbesondere bei Hochmooren ändern sich die Zustandsstufen in Abhängigkeit von Entwässerungsmaßnahmen (Beispiel bei Ellenberg, H., 1963, S. 445). „Soweit die oberbayerischen Moore noch vor einigen Jahren „waldfrei“ waren, ist dies nicht klimatisch, sondern im wesentlichen die Folge von Entwässerungsmaßnahmen bzw. Torfstichen“ (Rudolph, E., 1975, S. 80, Abb. 20). Verbreitung finden unter solchen Einflüssen in der zeitlichen Folge besonders Spirke und Pfeifengräser.

Im Gebiet Tegernsee sind kleinere Moorkommen häufig, deren Zahl jedoch anthropogen ständig verringert wird. Ihr botanischer Charakter entspricht deshalb nicht mehr ungestörten, natürlichen Verhältnissen. Die Erscheinungsformen sind zu differenzieren in: durch Quellaustritte entstandene Hangwiesen (naß) und eigentliche Moore. Für die Luftbildbeurteilung unter zeitlichem Aspekt muß ebenfalls berücksichtigt werden, daß durch ältere, wieder aufgegebene Kulturmaßnahmen Übergangswälder als Sekundärvegetation erwachsen können, die nur schwer als solche erkennbar ist (Hohenstatter, E., 1972, S. 203). In solchen Fällen kann nicht mehr auf darunterliegende Torfschichten geschlossen werden. Im übrigen ist im Untersuchungsgebiet besonders die Braunsegge als Charakterart zu erkennen, in Hanglagen mehr die Davallsegge. Ökologisch gebunden sind alle Varianten an niederschlagsreiche oder wasserstauende Bedingungen.

3.3.3. Wiesen und Weiden

Diese Ökotope, hauptsächlich vertreten durch Grünland (Haupttypen: Fett-, Mager-, Streuwiesen und Hutungen), definiert als von zahlreichen Pflanzenarten im Gemisch gebildete Grasnarbe (nach Klapp, E., 1971, S. 6), werden hier nur randlich behandelt⁴. Die luftbildrelevanten Kriterien schildert ausführlich Steiner (1961), Texturvergleichsbilder und Geländeaufnahmen siehe Meienberg. Im gegebenen Untersuchungsrahmen galt es vor allem, langjährige Veränderungen auf Almflächen (Alm = Flächenkomplexe, die wegen ihrer Entfernung von der festen Siedlung in der Vegetationszeit selbständig bewirtschaftet werden müssen; Klapp, E., 1971, S. 17) und Dauergrünland (Mähweiden) festzustellen. Die innerhalb des Jahres erfolgten Veränderungen durch Mahd und Beweidung wurden ebenso kurz bildlich dokumentiert. Ihr Rhythmus folgt, abhängig von jährlichen Witterungsschwankungen folgendem Schema (Beispiel dreischürige Wiese):

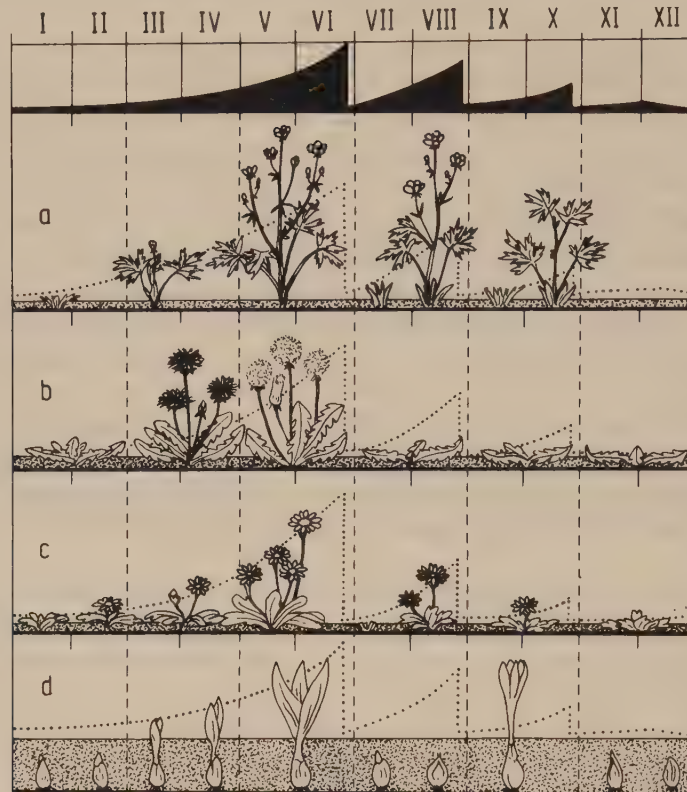


Abb. 17 „Einpassung einiger Wiesenpflanzen in die Mahdrhythmik (nach Stengel, aus Tischler, 1965)“, hier aus Tischler, W., 1976, S. 260, Abb. 93. Phänomen hier örtlich variiert durch nur zweischürige Mahd mit Beweidung im Herbst!

Hauptinteresse galt, neben einem Bildmusterkatalog (siehe andere Abschnitte), den Ausleseprozessen mehrmaliger Mahd über mehrere Jahre plus Beweidung mit ihren selektiven Wirkungen und gegenseitiger Überlagerungswirkung.

Veränderungen erfolgen hier besonders durch:

- Defektsetzung bestimmter Pflanzenarten (Eliminierung durch Mahd, Unkrautvertilgung)
- Hinzufügung (Implantation) mancher Arten, besonders eine Folgewirkung langjähriger Düngung (z. B. Zuwachs an Doldenblütlern).
- Außerdem gibt es die Möglichkeit des Austausches von Arten (Transplantation) als Folge des Fruchtwechsels.

⁴ Ausführliche Literatur siehe luftbildrelevant Meienberg, P., 1966; Steiner, D., 1961; sowie zahlreiche einschlägige Werke zur Landnutzung; ökologisch-vegetationskundlich besonders Klapp, E., 1971; Walter, H., 1960; u. a.

Luftbildtechnisch ist ein Zugang zu diesem Fragenkomplex über Textur, teilweise über Grautonänderungen und sehr bedingt über den Stereoeffekt (Problem: Wuchshöhe) möglich. Zusätzliche Hinweise ergeben Erscheinungen wie verstärktes Auftreten von Maulwurfshügeln (Klapp, E., 1971, S. 69) bei stark gedüngten Flächen oder die typischen Horste von vorwiegend stark riechenden oder giftigen Pflanzen (bedeutet auch Futterqualitätsminderung) bei Beweidung. Beachtet werden muß luftbildmethodisch die hohe Variationsbreite im Erscheinungsbild der Wiesen, begründet in den stark schwankenden Parametern Düngung, Viehzahl, Maßnahmen des Einzelbauern etc., da Grünland eine relativ leicht formbare Pflanzengemeinschaft darstellt (vgl. u. a., Dörfel, H.-J., 1977, S. 322 ff.). Ein eigenes Problem bei Wiesen stellt der oft hohe Anteil krautiger Pflanzen dar. Das Erkennen krautiger Pflanzen aus dem Luftbild allein ist unsicher (freundl. Mittl., Krause, W., 12/78).

Einen weiteren Fragenkomplex bilden die extensiv genutzten Weideflächen der Almen, die keinem Schnitt unterliegen. Sie werden rasch von Wacholder-, Rosen-, Schlehen- und Weißdorngebüsch besiedelt (Walter, H., 1960, S. 550; vgl. auch Stüssi, B., Alp La Schera, Schweizer Nationalpark). Eine weitere, vorwiegend alpine Besonderheit sind Lägerfluren, die als Staudenfluren gerne auch im Almbereich auftreten und ihre Existenz fast ausschließlich einer hohen Konzentration von Viehexkrementen zu verdanken haben. Es kann sich hierbei sowohl um Weidevieh als auch im selteneren Fall um Wildtiere handeln. Als Veränderungskriterium von Wiesenökotopen sind solche Lägerfluren weniger geeignet, da sie auch nach Aufgabe der Almwirtschaft aufgrund ihres internen Stoffkreislaufes sehr stabil sein können (Walter, H., 1963, S. 556). Das Augenmerk liegt folglich besonders auf anthropogenen Veränderungsfaktoren, wobei heute z. B. selbst der Bautyp der zur Mahd eingesetzten Maschinen (etwa in Spurbreite, Gewicht, Mähsystem, u. a.) bedeutsam werden kann (Bodenverdichtung, Texturbild im Foto, etc.).

Nicht nur beim Ökotyp Wiese muß daher nachhaltig betont werden, was Walter (H., S. 556) bereits 1960 formulierte: „... , was für eine umwälzende Bedeutung für die Vegetation die direkten und indirekten Eingriffe des Menschen auf der gesamten Erde nach sich gezogen haben. Man kann sie kaum zu hoch einschätzen“. Luftbildmethodisch sollte dies bei allen Ökotypen und Ökosystemen berücksichtigt werden (vgl. auch Laer, W., 1960, S. 37).

3.3.4. Wälder

Wälder sind spezifische Ökosysteme oder Ökotope, meist klar äußerlich begrenzt, in heutiger Kulturlandschaft anthropogen umgewandelt und verändert (vgl. Gebietsdaten und historischer Rückblick, Kap. 2). Die Veränderungen erfolgen in zeitlich sehr unterschiedlichen Intervallen, Kahlschläge etwa sind in wenigen Tagen ausgeführt, Wiederaufforstungen erst nach Monaten, größerer Massenzuwachs dagegen erst innerhalb der Zehnerskala und gar in der Sukzession im Hunderter- und Tausender-Bereich. Schäden durch Schneedruck, Schädlingsbefall oder Immissionen bewegen sich in Stunden-, Tages- oder Monatsintervallen. Trockenheitsschäden dagegen (etwa 1976) werden meist erst nach Jahren deutlich (vgl. luftbildmethodisch, u. a., Murtha, P., 1976, S. 385–396).

Wald besteht aus vielfältigen Mikrostrukturen, wobei die Waldgesellschaft, forstlich betrachtet, die räumliche Grundlage der Ökologie im Walde ist. „Sie stellt einen Biotop dar, in dem allen in ihr wirksamen Umweltbedingungen eine in sich geschlossene Lebensgemeinschaft der Pflanzen- und Tierwelt bilden“ (Stodte, G., 1976, S. 178). Forstlich werden Waldgesellschaften als waldbauliche Leistungseinheiten betrachtet und stellen ökologische Untersysteme mit spezifischen Abhängigkeiten zum Wuchsort dar. Geographisch deckt sich begrifflich „Waldgesellschaft“ weitgehend (siehe Ausführungen zur „Gesellschaft“) mit „Ökotyp“, da sich im spezifischen Ökotyp unter natürlichen Bedingungen spezifische Gesellschaften bilden oder anthropogen (hier forstlich) spezifisch genutzt werden, um den entsprechenden waldbaulichen Erfolg zu erzielen (vgl. hierzu Ellenberg, H., 1975, Waldökotope bei Sunchubamba, Peru, Abb. S. 27).

Den heutigen waldbaulichen Trend spiegelt die Ansicht Leibundguts (H., 1973, aus Stodte, G., 1976, S. 180) wider, der meint, daß in der Industrielandschaft der Wald nicht mehr flächenweise an- und abgebaut sondern als dauerhaftes Ökosystem verstanden wird, welches durch Holzernte fortwährend im Zustand höchstmöglicher Werterzeugung und Dienstleistung zu erhalten ist.

Im Gebirge liegt neben den Schutzwaldfunktionen⁵ das Augenmerk auf dem Problem der Waldweide. Das SW-Luftbild dokumentiert solchermassen aufgeliichtete Bestände, zeigt die Erosionsproblematik, Verbuschungsansätze und lässt dadurch auf Veränderungen in der Bewirtschaftung schließen.

Ein mehr theoretisches Problem ist die Definition von Wald: „Wald“ ist jede Pflanzengesellschaft, in der „Bäume“, d. h. Pflanzen mit vorholzendem Stamm, vorherrschend sind, die eine Endgröße von mindestens 5 m erreichen können, sofern diese Bäume im Reifezustand Bestände bilden, deren Schlußgrad bewirkt, daß ein Baum den Nachbarbaum im Luft- und Bodenraum noch eindeutig ökologisch beeinflusst“ (Windhorst, H.-W., 1974, S. 2). Im Luftbild ist bei kleineren Maßstäben und Jungwuchs (siehe auch Bernstein, D., 1974) das Phänomen Wald nicht immer zu entscheiden, da etwa bei Sämlingen weder Textur noch Stereoeffekt zur Interpretation ausreichen. Die Entscheidung, ob Wald oder nicht, ist ökologisch wegen der bekannten Wirkung auf Wasserhaushalt, Luftströmung und -feuchte etc. sehr bedeutsam (siehe Weck, J., 1952). Langzeitlich lassen sich als Entwaldungsfolgen neben Erosionsvorgängen auch Versumpfung bodenfeuchter Flächen beobachten. Die Bestandsentwicklung läuft über drei Phasen ab: Initialphase – Optimalphase – Terminalphase (Mayer, H., 1974, S. 5). Diese können in aller Regel luftbildmäßig wegen der großen Zeitdauer nicht erfaßt werden, wobei selbst den Forstwissenschaftlern die Lebensläufe und besonders der Generationswechsel unter natürlichen Bedingungen in Ermangelung ausführlicher Naturwaldstudien noch nicht voll erschlossen sind (ebs.). Grundstock der hier gegebenen Waldgesellschaften sind Fichte, Tanne und Buche (Typ: tannenreiche Bergmischwälder; zum Tannenproblem, Tannenrückgang siehe Mayer, H., 1975; Meister, u. a.).

Ökologisch wichtig ist die weitgehende Unabhängigkeit vom geologischen Untergrund im Vorkommen und die Tatsache, daß alle drei Baumarten sogen. „Schlußwaldbaumarten“, die Fichte sogar eine Klimaxbaumart darstellen (Mayer, H., 1974, S. 119). Hinzu können Kiefer, Lärche, Weiß- und Grünerle und der Bergahorn als Pionierpflanzen an spezifischen Standorten als Gesellschaftseinheiten treten. Die ökologische⁶ Charakterisierung des hier zutreffenden nördlichen randalpinen Fichten-Tannen-Buchenwaldgebietes (Abieti-Fagetum) im Wuchsbezirk nordtiroler und ostbayerischer Kalkalpen zeigt auf, daß der Fichten-Tannen-Buchenwald in der montanen Höhenstufe bei bodenbasischen (Karbonat) Gesteinsgruppen mit Bergahornwald und Grünerlenbuschwald vorherrscht (vgl. auch Mayer, H., 1974, Abb. 59 u. 63) und folgende Klimarahmenwerte die Rahmenbedingungen stellen:

	Jahr	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst
N (mm)	1200–1700	200–450	280–520	450–800	250–475
T (° C)	4,0–8,5	–1,5–4,5	13,0–17,5	16,0–20,5	
		Januar	Juli	Amplitude	

Tab. 2: Klimawerte (Mayer, H., 1974, S. 288)

Ökologisch wichtig ist der Wald auch für eine Biotop-Bindung der Tiere, besonders in Bereichen, wo sich mehrere Pflanzengesellschaften durchdringen. So kann sekundär etwa aus der Art des Verjüngungsverfahrens (z. B. Kahlschlag) auf das Auftreten von Mäusen (Scher-, Erd-, Rötelmaus), die erheblichen Schaden an Jungbäumen (im Winter von Wurzeln und Rinde lebend) anrichten können, geschlossen werden. Gibt also das Luftbild Aufschluß über Veränderungen der Waldstruktur, so kann daraus u. a. (neben Mikroklima, Abflußverhältnissen, etc.) geschlossen werden, daß die Tierarten insgesamt, deren Vielfaltigkeit, die Bedingungen des interspezifischen Wettbewerbs und des Räubertums beeinflusst werden. Auch in Bezug auf die Bodenverhältnisse sind Schlüsse möglich, die aus einem Strukturwandel des Waldes resultieren, z. B. (nach

⁵ Windhorst, 1974, unterscheidet z. B. I) Natur- und Primärwald – II) Kulturwald: ausgebeuteter Wald – nachhaltig bewirtschafteter – und Schutzwald. Siehe auch Olschowy, G., 1971.

⁶ Merkmale des ökologischen Systems des Waldes, bes. stofflicher Natur siehe Spezialliteratur, z. B. Fontaine, R. G., 1972; Ellenberg, H., 1973, 1971; Reichle, D. E., 1970; besonders auch: Brünig, E. F., 1972;

Pelisek, J., 1974): Erhöhter Bodensäuregehalt, u. U. herabgesetzte Produktionsfähigkeit des Waldbodens, geringere biologische Aktivität des Bodens, usw.

In der Luftbildauswertung soll unbedingt unterschieden werden zwischen Änderungen des Bewirtschaftungstyps und Änderungen des Vegetationstyps, da in bewirtschafteten Wäldern ersteres meist Ursache des Zweiten ist. Trivial ist auch, daß Wald ein geographisches Areal- und Raumgefüge aufweist und in und über dem Boden geordnet und geschichtet ist.

Für die Abgrenzung von Waldökotopen kann bei Altholzbeständen die Reichweite des Schattens im Luftbild von Bedeutung sein.

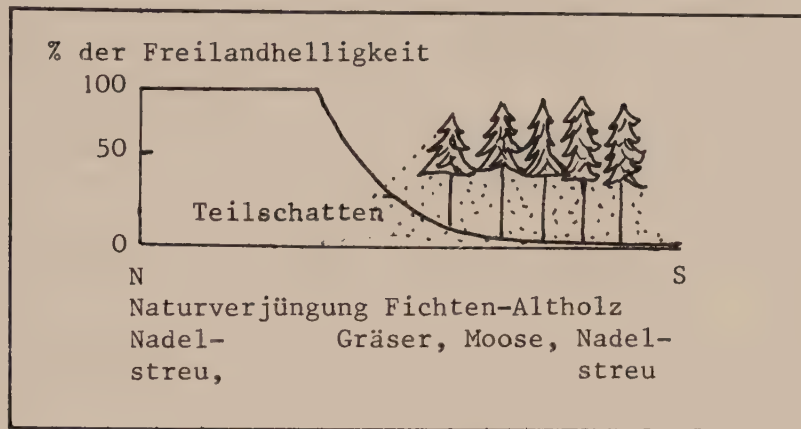


Abb. 18 Die Lichtverteilung an einem Fichtenaltholzrand an einem Frühsommernachmittag in Brusthöhe. (aus Baumgartner, A., 1955, Abb. 1) – (vgl. auch Handbook of Remote Sensing, 1975, S. 921, Schattenfaktoren bei Bäumen)

Ist ein mehrstufiger Waldmantel als ökologisch ideale Kontaktzone zur Feldflur vorhanden, so ist dessen Länge und Beschaffenheit von wesentlicher ökologischer, besonders tierökologischer Bedeutung. Ökologisch überaus bedeutsam sind die dem Wald eigene höchste Energiebilanz und höchste Oberflächenrauigkeit (vgl. luftbildmethodisch auch Hildebrandt, G.) aller Vegetationsformen. Der sogenannte Rauigkeitsparameter liegt etwa 30 000 mal höher als der einer Wasserfläche (Plochmann, R., 1974, S. 12). Die ökologischen Wirkungen reichen dementsprechend weit in die Ferne (ebs., 1974). Bei Untersuchungen zu Veränderungen ist der Waldflächenwechsel daher wichtig, jedoch nicht absolut betrachtet, sondern regional. Plochmann (R., 1974, S. 13) formuliert diesen Umstand etwa folgendermaßen: Der Wald nimmt dort laufend und überproportional zu, wo wir es gar nicht wollen, und auf der anderen Seite gerade dort und in gefährdender Weise ab, wo wir dies unter allen Umständen verhindert wissen wollen! Soll Wald als funktionsfähiges Ökosystem erhalten bleiben, bedarf es vor allem großer, ununterbrochener Flächen.

Ein ökologisch besonderer Bereich ist auch das sogenannte Flurgehölz (vgl. hier Egartendlandschaft). Flurgehölze, ihre räumliche Verteilung und Häufigkeit und darin erfolgte Änderungen sind heute meist Folgen der Flurbereinigung. Eine Abnahme ist als Verarmung der Landschaft anzusehen, da in agrarisch genutzten Gebieten solche Gehölze Funktionen des Waldes erfüllen (nach Olschowy, G., 1971 a, S. 152). Wie überhaupt die gegenseitigen Abhängigkeiten der Umweltwirkungen (nach Brünig, E. F., 1972, S. 165) sehr entscheidend sind, wie z. B. „Maximierung der Wasserlieferung beschränkt Erholungsnutzung, Holzproduktion und Holzernte und kann zu zusätzlichen Kosten für den Erosionsschutz führen. Maximierung der Holzproduktion vermindert Wasserlieferung und Jagdnutzung. Maximierung der Jagdnutzung (vgl. v. Acken, D., 1975) beeinträchtigt Holzproduktion, Schutzfunktionen, Landschaftsfunktion und Erholungsfunktion“. Diese Konflikte sind zusätzlich bedeutsam für die Beurteilung von Veränderungen, d. h. in jedem Falle entstehen Funktions- und Ökokonflikte.

Die gesamtökologische Situation des Waldes zeigen nachfolgende Grafiken:

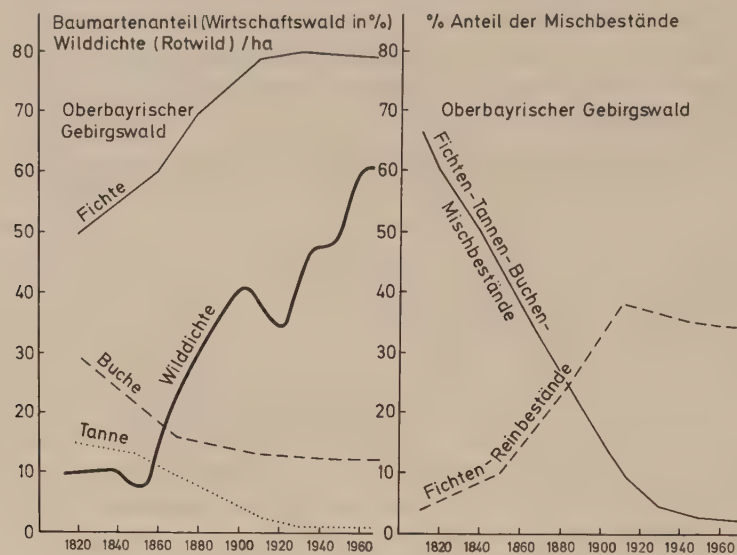


Abb. 19 „Entwicklung des Anteiles der Baumarten und Bestandestypen im oberbayerischen Gebirgswald (Meister 1969) und des Tannenanteiles in verschiedenen Besitzarten des österreichischen Waldes (Eckhart 1970) sowie der Gesamtschalenwilddichte (nach Smidt 1967) und der Wilddichte (Rotwild, Meister 1969).“ (Auszug aus Mayer, H., 1975, S. 110, Abb. 4)

3.4. Erosion in Verbindung mit Waldökotopen

Aus dem engen funktionalen Zusammenhang von Klima, Vegetation, Geologie, Morphologie und Erosion muß im Untersuchungsgebiet, das weitflächig der bekannt erosiven Flyschzone angehört, die Frage auch nach solchen Veränderungsvorgängen, sowohl primären, als auch sekundären Ursprungs gestellt werden. Dies um so mehr, als alle Waldökotope vielfältiger anthropogener, besonders forstlicher Einflußnahme unterliegen. Es galt daher zu untersuchen, welche zusätzliche Veränderungen in Verbindung mit den besonderen lokalen Gegebenheiten des Waldes auftraten und luftbildmethodisch erfaßbar gemacht werden konnten. Nicht zuletzt sind im Arbeitsgebiet die Arbeiten der Waldfunktionsplanung von Bedeutung, die unter der Zielsetzung stand, die einzelnen Funktionen des Waldes örtlich und regional zu erfassen, ihre Bedeutung in Hinblick auf die erkennbaren Entwicklungen der Bedürfnisse der Gesellschaft im nächsten Jahrzehnt gegeneinander abzuwägen und hieraus Grundsätze, Ziele und Richtlinien für die Waldentwicklung abzuleiten (nach Leitfaden d. Minist. f. Landwirtschaft u. Forsten). Als ein entscheidendes Ergebnis der WFP ist die großflächige Ausweisung des bestehenden Schutzwaldes als Bodenschutzwald zu vermerken. Als solcher werden Wälder und Waldökotope ausgegliedert, die ihren Standort sowie nachgelagerte Flächen vor den Auswirkungen von Wasser, Schnee und Winderosion, Aushagerung, Verpuffung, Steinschlag, Rutschvorgängen und Bodenkriechen schützen sollen (nach WFP-Arbeitsanleitung). Wichtig ist die Verbindung Erosion – Waldbewirtschaftung und -planung in diesem Gebiet mit den Besitzverhältnissen, da weitflächig Privatwald mit nicht standortgerechter Bewirtschaftung vorliegt. Eine Kernfrage für Veränderungsuntersuchungen ist die Entscheidung Stabilisierung – Labilisierung von Waldökotopen durch Wirtschaftsmaßnahmen über Jahre hinweg. Die Aufmerksamkeit der Luftbildinterpretation liegt hier folglich auf Verjüngungsflächen, Einschlügen und ihren erosiven und ökologischen Folgeerscheinungen. Untersuchungen zur Waldgrenze erwiesen sich als unnötig, da mittels Kartenvergleich keine nennenswerten Verschiebungen bis zurück zum Jahre 1900 fixiert werden konnten.

Jede Unterbrechung der geschlossenen Pflanzendecke in Waldökotopen⁷ am Hang aber, jede Verdichtung oder Verwundung des Bodens steigert den oberflächigen Abfluß. Sogar Viehtrieb, Beweidung (Waldweide!), Holzschleifen, selbst größere Pflanzlöcher für Neukulturen können erosive Folgen haben (nach Gutschik, V., 1971). Diese Kriterien sind auch in Verbindung mit der hier gegebenen Flußdichte von 3 km/qkm zu sehen, die auf geringe Durchlässigkeit des Flysch und dadurch erhöhte Wirkkraft oberflächigen Abflusses hinweist. Auffälligste Formen erosiver Tätigkeit sind fluviatilen Ursprungs, als Rinnenspülung ausgebildet. Diese entwickelt sich am Hang über schmale und seichte Vertiefungen, über Dellen und Mulden zu Gräben und Tälchen (nach Maull, O., 1958). Im Untersuchungszeitraum waren nicht nur Rinnen- und Furchenabspülung zu verzeichnen. In manchen Jahren (etwa 1960) dokumentiert das multitemporale Bildmaterial in direktem Zusammenhang mit der Waldnutzung unterschiedliche Häufigkeiten von Anbruchnischen und flächenhafter Erosion. Rezente Bodenbewegungen, verdeutlicht durch typische Verformung, sogenannten „Säbelwuchs“ jüngerer Bäume, waren örtlich nachweisbar. Ein eindeutiges Luftbildkriterium ist hierfür jedoch nicht aufstellbar und bleibt wohl weiterhin der Bodenerkennung vorbehalten, ebenso wie das Phänomen der Flächenerosion unter Wald, den Walter (H., 1960, S. 149) als wohl den gefährlichsten Typus erosiven Geschehens bewertet. Die im Wald dadurch typischen freigelegten Wurzelsysteme der Bäume kann das Luftbild aufgrund der Beschirmung nicht ausweisen. Bei hohem Bestockungs- und Beschirmungsgrad des Waldes sind luftbildmethodisch die vielfältigen Kleinformen (vgl. Linke, H., 1963, S. 303 ff.) der Waldtäler, Ursprungstalungen, Tobel, etc., in der Regel ebenfalls nicht direkt erfaßbar. Erosive Tätigkeit aus dem Luftbild zu ermitteln, ist somit zum erheblichen Teil auf größere, oft dramatische Ereignisse, wie auch später gezeigt wird, etwa größere Hangrutschungen u. ä. beschränkt. Bodenuntersuchungen und geeignete Meßverfahren zur Ermittlung von derartigen Veränderungen sind gänzlich unverzichtbar. Gleichermäßen unverzichtbar sind Geländedaten, auch in einer möglichen Vorphase dramatischer erosiver Großereignisse, da sich möglicherweise jährliche Kleinwirkungen, über die das Luftbild nicht immer Auskunft geben kann, über Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte aufsummieren können. Jobst (E., 1962, S. 62) hält dies aus forstlicher Sicht für einen ganz entscheidenden Aspekt, wobei er beispielhaft Waldökotope mit Beweidung, dadurch folgende Schwächung des Waldes in Verbindung mit außergewöhnlichen Witterungsabläufen oder Kahl-schlag und langsamer Bodengerüstlockerung bei nachfolgender katastrophenartiger Erosion nennt. Es wurde versucht, solche langfristigen Folgeketten luftbildmethodisch an einem Beispiel zugänglich zu machen, da der Wald sich ständig ändert, und wenn wir ihn richtig „sehen“ wollen, so müssen wir seine Entwicklung verfolgen, um die Kräfte der Natur und des Menschen zu erfassen, die sein Bild formen und ständig verändern (nach v. Laer, W., 1960, S. 37/38). Das Luftbild kann auch hier wiederum Mittel zum Zweck sein (siehe auch Kenneweg, H., 1975).

3.5. Zusammenfassung wesentlicher luftbildmethodisch zugänglicher Veränderungen

Wie später gezeigt werden wird, sind kurzzeitige Änderungen bei bestimmten Pflanzengemeinschaften (Röhrichte, Wiesen) mit charakteristischer anueller Periodik besonders in der vertikalen Dimension möglich, über mehrere Jahre dagegen vor allem in den beiden horizontalen Koordinaten, soweit nicht extrem kurzzeitige anthropogene (z. B. mechanische Einwirkungen) Einwirkungen vorliegen. Bei Waldveränderungen sind unter ungestörten Verhältnissen sowohl vertikal, als auch horizontal ausreichend nachweisbare Veränderungen erst nach Jahren zu verzeichnen. Eine jährliche Periodik und ihre Variationen beschränkt sich bei Laubwaldökotopen im wesentlichen auf die Laubbildung. Da aber in der Kulturlandschaft nirgendwo mit anthropogen ungestörten Verhältnissen gerechnet werden darf, hat vor allem horizontale plus vertikale Veränderungsbeobachtung in der Zeit den Vorrang (siehe auch Sukkop, H., 1972, S. 123; „... in Mitteleuropa kaum ein Vegetationsfleck als vom Menschen unbeeinflusst angesehen werden kann“). Peterson (et.al., 1969) meint demzufolge, daß „important differences within communities, especially variations in height, layering and density partly induced by man's activities“. So sind in der Luftbildliteratur Verände-

⁷ Die luftbildmethodischen Grenzen und Möglichkeiten forstlicher Interpretation hat Tzschupke 1974 ausführlich dargestellt und bedarf keiner Wiederholungen.

rungsbeobachtungen meist nur kurz vermerkt, wie beispielsweise bei Alexander (et.al., 1973) „the change from graminoid glade vegetation to a closed canopy of woody species on a abandoned farmland“, also eine Feststellung zur Bestandsdichte. Beobachtungen zu Sukzessionen sind langfristig ebenso möglich (z. B. Wiese zu Wald, u. a.), wie Bestandsauflockerungen oder örtliche Einzelercheinungen (z. B. Alexander, ebs., „coastal erosion has locally reduced mangrove forests“). Es wird hierbei schon deutlich, daß besonders der Textur im Luftbild bei Veränderungsfragen Aufmerksamkeit zu schenken ist (vgl. auch Holman, R. E. Iii, 1974). Als Ausgangsmethoden (vgl. auch Trachsler, H., 1974, S. 125) bieten sich im wesentlichen zwei Verfahren an, das Fixieren eines Zustandes zu einer bestimmten Zeit und zeitlicher Vor- oder Rückermittlung von Veränderungen oder Neuerhebungen zum jeweils gegebenen Zeitpunkt. Während letzteres bei digitalen Interpretationsverfahren als günstig angesehen wird (Trachsler, H., 1974), empfiehlt sich für optisch-visuelle Verarbeitung an Einzelökotopen durchaus erstere Methode. Das Ergebnis kommt dann der Feststellung Lo's (C. P., 1976, S. 315) nahe, daß der große Vorteil des Luftbildes „its ability to freeze a scene of the environment at a specific time and, by comparing scenes at different times, all the changes can be revealed“. Die Behauptung „all the changes“ erscheint dem Verfasser hier jedoch als zu gewagt, wie ebenfalls noch gezeigt wird. Nicht vergessen werden sollte, daß die primären ökologischen Faktoren und ihre Wechselwirkungen mit Fernerkundungsmethoden nur selten direkt erfaßt werden können, „as remote sensor data only records of the intensity of energy in specific wavelength bands received at a given place, from a given direction, at a given time“ (Manual of Remote Sensing, S. 843).

4. Das Material und seine Charakteristik

4.1. Verfügbares Luftbildmaterial:

Nicht regional völlig deckende Serien der Jahrgänge¹ 1953, 1960, 1969, 1971, 1973, 1976 mit Maßstäben 1:10000–1:25000 wurden vergleichend gegenübergestellt. Die stereoskopische Deckung variiert von 60 % bis ca. 70 %, teilweise war keine ausreichende Deckung vorhanden. Sämtliche Aufnahmen waren nur im Positivabzug erhältlich. Zur Aufbereitung wurden zahlreiche Einzelvergrößerungen und Negative im Fotolabor des Geogr. Inst. München hergestellt. Die Bildqualität ließ zum Großteil erheblich zu wünschen übrig, Kopiermängel, Lagerungsschäden bei älterem Material und unexakte Flugstreifenanschlüsse erschwerten die Bearbeitung und gefährdeten die Aussagesicherheit.

4.2. Materialbeurteilung:

4.2.1. Einfluß der meteorologischen Flugbedingungen auf die Bildqualität:

Die wesentlichen Einflußfaktoren Luftlicht, Sonnenhöhe, Schattenlänge und damit Geländebefeuchtung und Trübungsgrad, Bewölkungsgrad und das Verhältnis Sonnen- und Himmelsstrahlung in Verbindung mit den Windbedingungen waren nur noch unvollständig zu eruieren. Methodisch wird die Registrierung der gebietsspezifischen Flugwetterlage empfohlen. Allgemeine Wetterberichte sind weniger für diesen Zweck geeignet, da keine ausreichende Gebietsdifferenzierung, wie in der Luftfahrt erforderlich, getroffen wird. Unter idealen Bedingungen ist die synchrone Wetterdatenregistrierung zum Bildflug die geeignete Methode. Sehr wichtig für Vegetationsuntersuchungen sind diese Fakten allemal (vgl. Vinogradov, B. V., 1967, S. 56), da Wetter und Jahreszeiten die Güte der Aufnahmen ganz wesentlich beeinflussen (Gierloff-Emden, H. G., 1970, S. 123).

Das Untersuchungsgebiet fällt in den flugmeteorologischen Bereich 84 = östliches bayerisches Alpengebiet.

Für folgende Aufnahmedaten konnten noch Flugwetterdaten verglichen werden:

²⁷ 6. 73 insgesamt gutes, wolkenarmes Flugwetter, unstabile

1. 8. 73 Winde, Trübungen; daher in den Bildern Wolkenschatten,

28. 9. 73 Lichtreflexe im Wasser, Schärfe- u. Kontrastminderung;

¹⁴ 6. 71 gutes Flugwetter, lokale Dunst- u. Nebel einflüsse, mäßiger Wind, über Mittag hohe Bewölkung;

²⁶ 6. 76 Hochdruckeinfluß, mäßiger Wind, Gebiet 84 leicht bewölkt

4.2.2. Spezielle Eigenschaften panchromatischen Bildmaterials im Vergleich mit anderen Emulsionen

Bereits 1880 wurde panchromatisches Filmmaterial von Ballonen als Systemträger (Lauer, T., 1973) für forstliche Klassifikationen nach homogen erscheinenden Klassen verwendet. Besonders im forstlichen Bereich (freundl. Mitteilung Forstdirektor Spahlinger, 12. 78) werden „nach wie vor Schwarz-Weiß-

¹ Freigabenummern d. Reg. v. Obb.: Nr. G/788265 (1973); Nr. G/788616 (1976); Serie 1971 (14. 6.) Reg. v. Obb. Nr. G/787936; BStMWV: Nr. G7/23074–23237 (1960); Nr. G7/24195–24353 (1960); Nr. G7/23835–23908 (1960); Serie 1973 (1. 8.) freigegeben durch Bayer. Landesverm. Amt Nr. 1/3. 8. 73;

Übriges Material US-amerikanisch (VV AS M 73 AMS 10 AUG 1953, 12 AUG 1953, 25 JUL 1953) und Bundeswehr (VDO1 DMG FO7869 09 OKT 69 u. VDO1 DMG FO4769 24 JUL 69); Bildmittenkarten aus Platzgründen nicht vorgelegt – beim Verfasser aufliegend!

² Sommerbefliegungen können nicht als ideal betrachtet werden, da zur Mittagszeit häufig stärkere Bewölkung in Gebirgsgebieten herrscht. Die diffuse Strahlung bewirkt dann z. B. einen verminderten Strahlungsunterschied zwischen Nord- u. Südhang (vgl. Heigel, K., 1960).

Luftbilder eingesetzt, da das Farbfoto mit atmosphärisch bedingten Farbverfälschungen behaftet ist, die mit Dunst- oder auch UV-Einwirkungen erklärt werden“. Im forstlichen Bereich werden verschiedentlich Farbbilder nicht nur wegen der Kosten „noch als nachteilig betrachtet“ (ebs.), besonders in der Praxis der Forsteinrichtungen (vgl. auch Voß, F., 1971). Bei Schaderkennungsfragen erbringt der PAN-Film kaum Vorteile, da etwa Helligkeitsunterschiede, die am Objekt klein sind, durch Einflüsse des Luftstreulichtes stark vermindert werden und im Bild nicht mehr interpretierbar sind (Kenneweg, H., 1970). Vorteile des PAN-Filmes dagegen liegen in Kontrast, Belichtungsspielraum, Schärfequalitäten und in Kostenüberlegungen. „Papierkopien erleiden allerdings einen Verlust an Detailerkennbarkeit“ (Kölbl, O., 1976, S. 73). Diapositive würden diesem Mangel abhelfen. Dieser Umstand ist besonders für Vergrößerungen festzuhalten. Bei der Arbeit mit Stereointerpretationsgeräten machen sich bei hohen Vergrößerungen störende Reflexe und Beeinträchtigungen durch das Korn bemerkbar, hinzu tritt ein erheblicher Verzug bei Papierbildern (Kölbl nennt einige mm) ein.

Für das panchromatische Material spricht vor allem Schanda (E., 1976, S. 51): „panchromatic film is sensitive to about the same part of the EM-spectrum as the human eye, however its response is more uniform, i.e., it is more nearly equal in sensitivity throughout its effective range than is the eye“.

Zu vielen Fragestellungen hat panchromatisches Material nur begrenzte Anwendungsmöglichkeiten; Farb- und Infrarot-Farbbilder können weit größere Möglichkeiten eröffnen (vgl. Milde, R. De; Sayn-Wittgenstein, 1973; Lang, G., 1969; Schneider, S., 1966; u. a.). Eine eindeutige Abhängigkeit der Emulsionswahl von der spezifischen Fragestellung ist unbestritten; denn es fehlt auch nicht an Nachweisen über Nichteignung von Color, IR, u. a. Emulsionen in bestimmten Anwendungsbereichen, gerade auch der Vegetationsinterpretation (vgl. besonders auch Ross, G. F., 1973). Nachteile der Farbaufnahmen aber zeigen sich in Kosten, Brillanz und Schärfe. Größere Informationsgewinne versprechen IR-Emulsionen (Steiner, D., Lauer, T., 1973; Orth, R. J., 1975) und „water penetration“ Filme für Spezialfragen, sowie besonders IR-Falschfarben.

4.2.3. Spezialemulsionen zur Bodenfotografie³

Bei zur genaueren Objektanalyse durchgeführten Geländefotos mit einer Handkammer (Film 24 × 36 mm) wurden neben SW-Filmen Farb-, Farb-IR- und PAN-IR-Filme eingesetzt. Der Kodak-Ektachrome-IR-Film und der PAN-IR-Film brachten keine entscheidenden Vorteile. Die praktische Handhabung ist erschwert durch die Erfordernis, die Filme bei allen Arbeitsschritten in völligem Dunkel und relativ temperaturkonstant zu halten. Gerade in der Geländefotografie, wo z. B. rascher, unkomplizierter Filmwechsel, auch bei hochsommerlichen Temperaturen notwendig ist, erwiesen sich diese Filme als nicht gut geeignet. Orth (R. J., 1975, S. 17) drückt diese Nachteile deutlich genug folgendermaßen aus: „several difficulties in film handling of the black and white near infrared film made interpretation and comparison of this almost impossible“.

³ Weiterführende Zusammenstellungen zu Filmcharakteristiken bei Barret, E. C., u. Curtis, L. F., 1976, S. 56; Stephens, P. R., 1976; Specht, M. R., 1970; Jordan, et.al., III, 1972;

5. Grundlegende methodische Fragen mit Problemdiskussion:

5.1. Angewandte Methodik:

Das grundlegende Problem in der Luftbildbearbeitung ist die Zugänglichmachung und Aufbereitung des Informationsgehaltes des Luftbildes und anderer Datenaufnahmen für die Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen. Es wird daher für notwendig empfunden, in einer methodisch-systematischen Untersuchung festzustellen, mit welchen Ergebnischancen multitemporales panchromatisches Bildmaterial für zeitliche Veränderungen von Ökotope verwendet werden kann. Es gilt weiterhin festzustellen, welche Bearbeitungsverfahren optimale Anwendung versprechen. Methodische Basis, begründet im PAN-Bildmaterial, bildete das Verfahren der klassischen Bildinterpretation (Textur- u. Grautonuntersuchungen, Stereoeffekt), einfache fotografische Verfahren (Vergrößerungen, Negativherstellung), die verstärkte Anwendung der Bodenfotografie zu Analyse Zwecken (besonders für Textur- und Abgrenzungsfragen), sowie der Prüfung spezifischen Geräteeinsatzes (siehe besonders Kap.: Reflexion) in dem bislang derart nicht bearbeiteten Gebiet des Tegernsees. Konsequenterweise wurde dabei mit der Methode „von unten“, also von Einzelelementen (vgl. Schmihusen, 1976) ausgehend, gearbeitet (siehe Abb. 2: „Arbeitsgang zur Texturanalyse“). Das Ziel war die Feststellung der Interpretierbarkeit der im Luftbild vorhandenen kleinsten differenzierbaren Elemente und deren Varianzen.

Klare, logische Trennung zweier Vorgänge ist hierfür sehr entscheidend:

- a) Das Erkennen des Objektes plus dessen Faktoren und dessen erkennbare Eigenschaften nach rein optischen und rein technischen Aspekten.
- b) Der nachfolgende Kombinationsvorgang aufgrund spezieller Sachkenntnis (Prä- und Postinformationen), insbesondere, wenn bestimmte Eigenschaften gesucht und geklärt werden müssen.

Aus diesen Gründen und zur Objektivitätssteigerung wird das Bild selbst auch in der Darstellung in den Vordergrund gerückt, was im Nebeneffekt den Bearbeiter zwingt, das Luftbild zentral zu sehen und nicht etwa in thematische Kartographie abzuschweifen. Die gezielte, objektive Geländefotografie erhöht nicht nur die Anschaulichkeit, sondern stellt zusätzlich ein eindeutiges Dokument dar, das von keiner anderen Darstellung übertroffen werden kann.

Diese Methode erfuhr bislang nur randliche Beachtung in der einschlägigen Literatur (Beispiele bei Schneider, Steiner, Lang, u. a.). Eingeplant, aber nicht durchführbar, insbesondere aus Kostengründen, (siehe Kap. Probleme) war die zusätzlich erfolgversprechende „aerofield method“ (Steiner, D., 1967) mit einem leichten Flächenflugzeug, noch besser mit Hubschrauber (vgl. Tabelle, Rhody, B., u. a.) und 35 mm- oder 70 mm-Kammern bei sofortiger Einsetzbarkeit, was unbedingt erforderliche sofortige Gegenkontrollen während der Vegetationsperioden ermöglicht hätte (Schneider, K. H., 1977).

Die Bedeutung der Geländearbeit, das geeignete Verhältnis Bild-Gelände, auch in Bezug auf die Kosten, haben Vink und Verstappen treffend formuliert (1965, S. 18): „The average scientist is not sufficiently aware of the range of methods by which photointerpretation and field survey in different sciences may be combined. This gives rise to two dangers:

- a) initial overestimation of the possibilities of photointerpretation without ground survey, leading to disappointments and the discarding of photointerpretation altogether;
- b) photointerpretation followed by a complete conventional field survey in which the field survey neglects the indications already received by photointerpretation; this leads to too expensive field surveys, and to the wrong impression that the photointerpretation had little value.

Only intimate and careful combinations of photointerpretation and field survey can prevent these dangers.“

Die allgemeinen, auch hier eklatanten methodischen Grenzen umschreibt Hempenius (S. A., 1976, S. 29): „Limitations: No economic repetitive coverage within a year; nonuniform and uncalibrated intensity measurements obstruct automatic density processing, except for stereo-correlation. Small scale missions expensive.“

5.2. Begriffs-, Abgrenzungs- und Maßstabsproblematik mit Diskussion:

Die Synökologie in der Biologie befaßt sich „mit ganzen Lebensgemeinschaften“ (Tischler, W., 1976, S. 10, 11) anhand eines Naturausschnittes, dabei können Individuen, Arten und Populationen Grundeinheiten sein. Es kommt jedoch zu einer Überschneidung mit der Autökologie, die sich auch mit zeitlich veränderlichen Außenfaktoren als Steuerungsgrundlage befaßt. Dieser Naturausschnitt kann ein Ökotoptop (Grundsatz: Homogenität) sein, jedoch mit mehr räumlichem Bezug (Schmithüsen), ein Ökosystem ist mehr substantiell und funktional zu verstehen. In jedem Fall handelt es sich um Teilkomplexe, wobei es darum geht, Zustände lediglich festzustellen, ohne haushaltliche Funktionen einfließen zu lassen (vgl. Schmithüsen, u. a.).

Besonders die Fernerkundung erfaßt primär Zustände und deren Änderungen, jedoch direkt kaum haushaltliche Vorgänge. Troll (1950) unterscheidet besonders aufgrund unterschiedlicher Dimensionen Ökotoptop und Ökosystem; Neef (1967) dagegen stellt fest, daß die Größenordnung kein Merkmal der Landschaft sein kann, sondern der Ökotoptop als ein Geokomplex im Sinne eines einheitlichen landschaftlichen Ökosystems zu verstehen ist. In vorliegender Arbeit wird primär mit physiognomisch-ökologischen Typen, sogenannten Pflanzengemeinschaften (entsprechend der Geobotanik) gearbeitet. Ziel der Untersuchung ist schließlich auch nicht die Ausscheidung kleinster räumlicher Einheiten, dies werden lediglich als real eindeutig abgegrenzte Vegetationsbestände angesehen, sondern Veränderungen in diesen realen Beständen und ihre Charakteristiken. Diese einfach erscheinende methodische Basis wurde u. a. auch an Zonnevelds (J. S., 1972, S. 26, ITC) Ansicht orientiert: „It is confusing to give old general terms limited scientific meanings. The only solution is to describe your own concept before you start to walk or write“.

Walter (H., 1976, S. 47) empfiehlt „für die Abgrenzung der kleinen ökologischen Einheiten ist es am zweckmäßigsten von den Vegetationseinheiten auszugehen.“ Der Untersucher hält sich demzufolge im wesentlichen an anerkannte geobotanische Methoden, da er diese für Untersuchungen an Pflanzengemeinschaften aus dem Luftbild wesentlich geeigneter ansieht. Die für die Ausbildung der Pflanzendecke wichtigen Wasser-, Boden- und kleinklimatischen Verhältnisse können hier vernachlässigt werden, da „diese im einzelnen zu erfassen, um sie in ihrer Gesamtheit für die Gliederung der kleinen ökologischen Einheiten zu verwenden unmöglich ist, vor allem, wenn man auch die jahreszeitlichen Veränderungen mitberücksichtigt“ (Walter, H., 1976, S. 47). Es kann dennoch davon ausgegangen werden (ebs.), daß die natürliche Vegetation, die sich im Gleichgewicht mit ihrer Umwelt befindet, die Wirkung der Umweltfaktoren integrierend widerspiegelt. Dabei sind die Wirkungen von natürlichen und anthropogen bedingten Faktoren sorgfältig auseinander zu halten und bei letzterem auch menschliche Eingriffe in der Vergangenheit zu berücksichtigen (vgl. hierzu besonders Arbeitsgebietsdaten!). Beispielsweise für Waldgemeinschaften empfiehlt Walter einen historischen Rückblick über ein Jahrhundert hinaus!

Schneider (S., 1970, S. 299) definiert Ökotoptop folgendermaßen: „Ökotoptop sind einheitliche Standorte (kleinste topologische Raumeinheiten) unter Einbeziehung des anorganisch-organischen Gesamtkomplexes des Naturhaushaltes“, also unter Einbeziehung der Vegetation.

Schmithüsen (1976, S. 208) definiert: „Ökotoptop¹ ist ein räumlich festumgrenzter, in seinem inneren ökologischen Wirkungsgefüge einheitlicher Landschaftsteil, wobei unter ökologischem Wirkungsgefüge der örtliche Zusammenklang aller, d. h. für die Kulturlandschaft auch der anthropogenen Landschaftsbildner zu verstehen ist.“ Diese modifizierte Definition findet hier Anwendung. Praktisch wird (vgl. Walter, Zonneveld) der Empfehlung Hofmanns (W., 1964, S. 420) gefolgt, zuerst eine Abgrenzung nach formal einheitlichen Flächen (Stratifizierung) vorzunehmen, die Bedeutung der abgegrenzten Fläche im Feld zu bestimmen und dann nach Veränderungen zu forschen (vgl. Arbeitsflußdiagramm). Es wird also von bestimmten Vegetationstypen nach einer Dominanzentscheidung ausgegangen. Dies ist zulässig, nicht nur weil Bartels

¹ Ökotoptop, oder auch die Naturlandschaft (= Landschaft ohne gegenwärtige oder frühere anthropogene Einwirkung; n. Uhlig, H., 1971), sind in der heutigen Situation im wesentlichen in 3 Typen einzuteilen: – genetisch natürliche, menschlich unbeeinflusste Typen (= ungestörte Entwicklung bis zum Klimaxstadium); – naturnahe, genetisch u. historisch wenig beeinflusste Typen, weil keine Nutzung möglich oder unerwünscht ist; – ausgesprochene Kulturökotoptop (siehe Kulturlandschaft), die genetisch nicht mehr natürlich sind, sondern wesentlich durch anthropogen eingebrachte Bestandteile charakt. sind.

(D., 1968, S. 55) darauf verweist, daß der „Kontakt zur Praxis neu geschlossen werden müsse“, sondern weil dies wiederum der geobotanischen Arbeitsweise über die Assoziationen (Gesellschaftskomplexe oder Pflanzengemeinschaften) entspricht; besonders für kleinräumige Untersuchungen (vgl. Walter, H., 1976, S. 47). Trotzdem muß angemerkt werden, daß auch die Dominanzentscheidung botanisch umstritten ist, sich in der Praxis aber sehr bewährt hat. Krause (W., 1955, S. 15) vermerkt: „Im Luftbild können die kennzeichnenden Artenverbindungen nur in den seltensten Fällen unmittelbar wahrgenommen werden“ (daher nur Dominanzentscheidung praktikabel). Problematisch ist, daß viele Pflanzen (ebs. S. 11) unter verschiedenen Standortsbedingungen zur Vorherrschaft gelangen können, dies besonders unter anthropogenen Einflüssen (z. B. Fichte auf den verschiedensten Böden). In solchen Fällen ist ein Schluß auf den Standort nicht möglich.

Walter (1976, S. 48) weist darauf hin, daß trotzdem wichtige ökologische Faktoren durch die Dominanten in Bezug auf den Stoffkreislauf, Energiefluß und die Phytomasse bestimmt werden.

Das Verfahren der Dominanzentscheidung hat auch Bedeutung für die Anwendungsbereiche des Umwelt- und Landschaftsschutzes, wofür gerade Spezialinventuren von Vegetationsbeständen notwendig sind, was gleichzeitig einen Schwerpunkt des Einsatzes der Fernerkundungsmethoden darstellt (Kenneweg, H., 1972, S. 412).

Lind (et.al., 1975, S. 10) macht jedoch auf eine Einschränkung in Bezug auf den Begriff Assoziation für die Fernerkundung aufmerksam: „Association is defined as a group of individuals of different species which are found in proximity to each other and exhibit a certain composition and relative abundance that make the group recognizable from place to place. The use of the term association in remote sensing is further restricted to include only the major plant canopy species that likely contributed significantly to the reflectivity recorded by the film“ (vgl. Bemühen um „canopy“ – Modelle, Hildebrandt, G., 1976, u. a., sowie hier Kap. Textur).

Die Abgrenzung von Ökotope n läßt sich nicht ohne weiteres fixieren. Besonders ausgeprägte Grenzen sind scheinbar Hecken, Waldränder oder Agrarlandgrenzen. Ebenso lassen sich biologische Grenzen allgemein denjenigen der höheren Vegetation gleichsetzen (Tischler, W., 1976, S. 103). Dabei darf nicht übersehen werden, daß kein Lebensraum abgeschlossen und autark ist, jede Grenzziehung daher mehr oder weniger willkürlich ist (ebs. S. 102). Weder horizontale noch vertikale Strukturen eines Ökoto ps weisen scharfe biologische Grenzen auf. Fränze (1971, S. 309) bezieht sich auf Neef, der alle geographischen Grenzen als Grenzen im Kontinuum auffaßt, was bedeutet, daß sie nicht voneinander unabhängige Teile der Erdoberfläche trennen, sondern, daß sie Linien oder Säume eines Strukturwandels sind. Dies steht nicht im Widerspruch zu der Tatsache, daß verschiedene Pflanzengesellschaften eine deutliche Strukturierung der Landschaft hervorrufen, durch die für viele Organismen scharfe biologische Grenzen bestehen. Speziell ökologische Grenzen lassen sich dennoch schwer festlegen (z. B. für Bereiche zwischen Süßwasser und Land), es können breite Übergangsareale, ja sogar eigene Ökosysteme als Grenzen auftreten (ebs. S. 103/104). Dies wird auch von geographischer Seite betont (Bartels, D., 1968, S. 111; Feldbegriff im weitesten Sinne aufgefaßt), indem Bartels formuliert: „Ein geographisches Feld mag nur mangelhaft geschlossen sein, ein bloßes Verbreitungsareal darstellen“ und „der geographische Feldbegriff bleibt marginale Anschauungshilfe zur Verdeutlichung der Fernrelation.“ Andererseits (Vinogradov, B. V., 1973) liefern gerade Konturlinien wichtige Informationen. Vinogradov (S. 2) meint sogar „most of the information is included in the contour boundaries and transitions and substantially less in the internal background of the contours.“

Unzweifelhaft bestehen „Fernwirkungen“ von ökologischer Bedeutung, oder „Feldwirkungen“, wie immer man sie nennen mag. (Bartels, D., 1968, sieht ein Feld auch als Wirkungsbereich, bei distantem Zusammenhang). Denn, wie bekannt, kann ein Objekt ein Informationsträger sein, der spezifische Informationen an seine Umwelt und an andere Objekte abgibt und diese dadurch wiederum regulativ beeinflussen kann. Jessen (O., 1950) spricht daher auch vom „biologischen Ausstrahlungsraum“. Wir nähern uns damit dem dynamischen Element in Ökotope n, wobei ein Begriffswechsel zum Ökosystem hin notwendig wird. Ökosysteme sind dynamische Systeme mit weitgehender Selbstregulierung. Es rückt wiederum der physika-

lische Aspekt in das Licht der Betrachtung. (Vgl. Bartels, D., 1968; spricht von „gewisser Analogie“ seines Feldbegriffes zur allgemeinen Feldtheorie der Physik). Haken, H. und Graham, R. (1971, S. 191) schließen folglich von der Physik her über die Synergetik auf Gesamtsysteme in der Natur, die aus verschiedenen Untersystemen bestehen, welche selbst wieder komplizierte, zusammengesetzte Gebilde sein können.

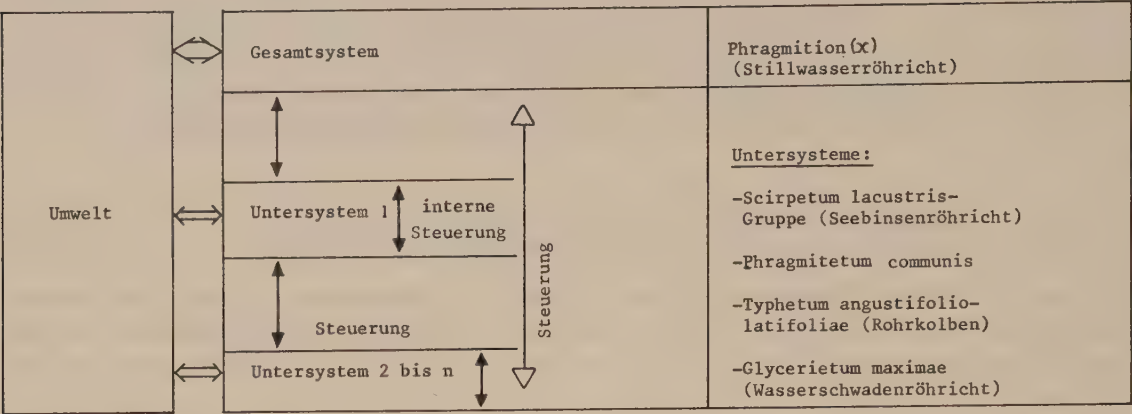


Abb. 20 Die Gliederung eines Gesamtsystemes in Untersysteme an dem Beispiel Röhrichtzone ([x] Begrifflichkeit nach Wilmanns, O., 1973)

Vinogradov (B. V., 1973, S. 2) stellt fest, daß ein Vegetationsfoto von den geometrischen Verhältnissen der Landschaft nach verschiedenen Kategorien bestimmt ist – solche Kategorien sind z. B.: Einzelpflanzen, ihre Verteilung, Variation und Komplexität, Kombination in „land units“ usw. Für großmaßstäbige Kartierung ist die Interpretation der drei zentralen (ebs.) Kategorien von größtem Interesse, nämlich der Komplexität, Pflanzengesellschaften und Kombinationen der Vegetation in „land units“. Folglich kann im Luftbild nicht allein von einem „Gesamtbild“, etwa einem Ökotope unter der Annahme eines homogenen Raumgebildes, ausgegangen werden, sondern es sollte schon von dessen Untersystemen (was sich erneut mit Schmithüsens [1976, S. 266] Forderung nach der wiederholt zu betonenden Methode „von unten“ trifft, also ausgehend von Landschaftsräumen niederer Ordnung!) her gearbeitet werden. Schmithüsen prägt folglich den Begriff der „Synergose“ (1976, S. 209), als eine räumliche Vergesellschaftung natürlicher und anthropogen umgeformter Fliesengefüge, wobei der Begriff Fliese häufig auch synonym zum Ökotopebegriff Verwendung findet (ebs. 1976). Dies führt ebenso zur tieferen Erkenntnis des Charakters einer geographischen Örtlichkeit und als allgemeines Ziel des Geographen zur Erfassung der geographischen Wirklichkeit (Neef, 1962, S. 351, 353). Biologische und geographische Aspekte lassen sich in Einklang bringen, wenn man Pflanzengesellschaftskomplexe betrachtet als topographisch-ökologische Vegetationskomplexe (Paffen, K. H., 1951, S. 202; sowie Krause, W., 1955; deckt sich mit der grundlegenden Methode Braun-Blanquets, 1928), die sich in kleinste Lebensorte und soziologische Teileinheiten (Berührung auch mit Pflanzensoziologie!) differenzieren und trotzdem eine einheitlich tendierende Gesamtökologie beinhalten (Paffen, K. H., 1951). Dies entspricht dem biologischen Konzept von „Bausteinen“, etwa von Organelle über Organe bis hin zum Organismus (vgl. Riedl, R., 1975), wobei der Informationsgehalt der Strukturen aller biologischen Systeme und die Maßstabsfrage von besonderer Bedeutung sind. Aufgrund des unterschiedlichen Informationsgehaltes der Strukturen ersetzt verschiedentlich der Begriff Ökosystem den des Ökotope und wird auch als „basic units for research“ (Unesco, 1971, S. 10) betrachtet. Ellenberg (H., 1973 a), definiert ein Ökosystem als Wirkungsgefüge von Lebewesen und deren anorganischer Umwelt, das zwar offen, aber bis zu einem gewissen Grade zur Selbstregulation befähigt ist (vgl. auch Bauer, H. J., 1969, S. 171).

Leser (1976) differenziert weiterführend in biologische und landschaftliche Ökosysteme und betont erneut die Dimensionsfrage (vgl. auch Leser, H., 1972, S. 31). Ökosystemforschung bestreitet im Rahmen der komplexen Untersuchung des Naturraumes einen speziellen, biozentrischen Aspekt (Haase, G., 1977, S. 10). Haase empfiehlt daher, die Erkundung von Geosystemen mit der von Ökosystemen von folgenden Grundstrukturen ausgehend eng zu verknüpfen.

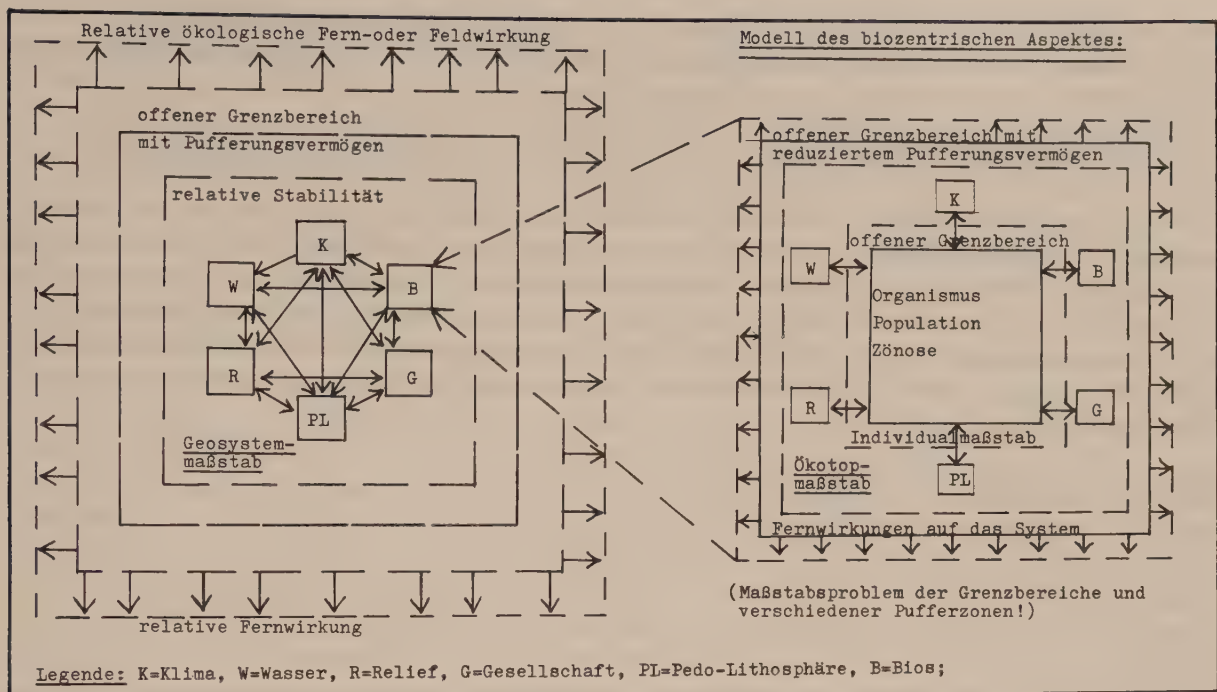


Abb. 21 Abgeändert nach Haase, 1977, S. 10, Abb. 1 „Grundstruktur von Geosystemen und Ökosystemen und ihre Grenzbereiche“.

(vgl. auch „Modell eines vollständigen Ökosystemes“, Ellenberg, 1975, S. 3)

Somit können aus dem Komplex „Bios“ auch einzelne Populationen, hier Pflanzengemeinschaften, betrachtet werden, die Auskunft über im System ablaufende Prozesse aufgrund ihrer Lebenstätigkeit geben können. Der Luftbildinterpretation erschließt sich jedoch weniger dieser vorwiegend energetische Ablauf, sondern vielmehr Lebenstätigkeiten und -äußerungen (Wachstum, Vitalität, etc.), von denen aus auf bestimmte Prozesse geschlossen werden kann.

Besondere Bedeutung haben das dynamische Verhalten von Geosystemen (Haase, G., 1977) und die damit verbundenen Eigenschaften der Stabilität, Rhythmik, Variabilität, Diversität und den Amplituden dynamischer Zustandsformen des Naturraumes². Die Zugänglichkeit zu diesen Eigenschaften über das Luftbild ist begrenzt. Intensiviert werden kann dazu die Erarbeitung von Feldmethoden nach kleinsten Einheiten und die Gliederung bis hin zu den natürlichen Standorträumen (Haase, G., 1977). Das Luftbild bietet gerade auch die Möglichkeit, die von Neef (1970, S. 170) erwähnten Lücken zwischen den Arbeitsformen in verschiedenen Maßstäben zu schließen. Es ermöglicht die durchlaufende Betrachtung von größten Einheiten (Satellit)³ bis hin zu topographisch detaillierten Aussagen⁴. Schneider (S., 1970) empfiehlt Maßstäbe 1:5000 bis 1:2000 zur Erfassung kleinster natur- und kulturräumlicher Einheiten, auch unter Zuhilfenahme fotografischer Vergrößerungen. Besonders bedeutsam (ebs., 1970, S. 300) muß eine systematische Überprüfung der Beziehungen zwischen Bildmaßstab und dem räumlichen Gefüge erfolgen (vgl. systematische Probleme!). In vorliegender Untersuchung geht es zwar nicht um eine flächendeckende Aufnahme von Topengefügen, trotzdem ist in der Luftbildforschung die von Neef (1963, 1967) betonte Theorie von den Dimensionen geographischer Betrachtung und die von Herz, K., (1968, 1973) genannte Theorie der geographischen Maßstabsbereiche, wodurch beide die Maßstabsabhängigkeit geographischer Forschung nachweisen (ebenso Naumann-Tümpfel, 1977, S. 59), von hervorragender Bedeutung. Sayn-Wittgenstein

² nach Neef, 1975, et.al., unveröffentlichtes Manuskript: „Naturraum ist ein beliebig großer räumlicher Ausschnitt der Erdoberfläche (Geosphäre), der durch naturgesetzlich determinierte einheitliche Struktur und gleiches Wirkungsgefüge seiner natürlichen Komponenten gekennzeichnet ist“.

³ Satellitenbilder als zusätzliche Informationsquelle waren hier nicht aussichtsreich, überdies werden Vorbehalte gegen Einzelaufnahmen vom Satelliten vorgebracht. Gierloff-Emden (H. G., 1971, S. 42) formuliert es folgendermaßen: „Die Vorbehalte liegen wesensmäßig im Informationsrahmen des Satellitenbildes begründet, dem die Koordinaten der Zeit fehlen“.

⁴ (vgl. Remote-Sensing-Handbuch, S. 1374, Maßstabsvergleich 1:2000 bis 1:16000 eines bewaldeten Gebietes!)

(1976, S. 1) faßt zusammen: „Luftbilder, bei denen oft spezielle Methoden, wie z. B. große Maßstäbe, angewendet werden, sind immer noch am wichtigsten.“ Besonders auch für Raumplanung und Umweltforschung (Hard, G., 1973, S. 82) ist der große Maßstab von Bedeutung.

Ein Problem bildet die Eindeutigkeitsgrenze (Louis, H., 1958/59), die etwa bei Karten klarer ist als im Luftbild. Sie liegt bei Karten dicht über der Zeichengenauigkeit, im Luftbild über der Sichtbarkeit bei klassischer Interpretationsmethode, ansonsten wohl im wesentlichen in der kleinsten vorhandenen Textur und deren Aufbereitungsmöglichkeit. Neef (1970) beanstandet folglich den oft fehlenden Zusammenhang der Untersuchungen in verschiedenen Maßstäben, was besonders im Luftbildbereich eklatant ist. Auch er kritisiert, daß häufig zuerst interpretiert wird, dann kontrolliert, anstatt von unten aufbauend die Objekte maßstabssystematisch anzusprechen. Mc Kim (et.al., 1975) belegt überzeugend die Maßstabsfrage in der Luftbildforschung durch einen Vergleich eines hochfliegenden Luftaufnahmesystems (RB-57-Spezialaufklärer) mit Satellitendaten (S. 17):

„Mappable land use – vegetation units“ (Auswahl):

System:	ERTS I (Satellit)	SI904	SI90B	RB-57
Level I (z. B. urban/built upland)	5 + 2 (combined)	6	6	6
Level II (z. B. mixed, forest land)	8	13	17	21
Level III (z. B. parks, tidal-marsh, parkinglot)	0	0	1	5
Total (Erfolgsrate der Interpretation)	15	19	24 Zunehmender Maßstab!	32

Tab. 3: (Auswahl von Mc Kim, et.al., 1975, S. 17)
Anmerkungen: Weitere Methodendiskussionen können hier nicht geführt werden, da es sich nicht vorrangig um eine methodologisch-landschaftstheoretische Arbeit handelt. Es soll aber auf die weitere, sehr umfangreiche Literatur verwiesen werden; Z.B.: Troll, C., 1963; Haase, G., 1967/77; Braun, G., 1972; Schneider, S., 1969; Schmithüsen, J., 1948/76; Richter, H., 1967/68; Hofmann, M., 1973; Liddle, M. J., 1975; Herz, K., 1966/68/73; Webster, R., 1962; Bartels, D., 1968; Neef, E., 1963/67/68; Wetzler, H., 1976; Zusammenstellung von Ordnungsstufen besonders auch bei Schneider, S., 1968, S. 436; sowie IGU-Umfrage 1968; Methodische Einzelfragen zur Reflexion, Textur, usw. – siehe Spezialkapitel!

5.3. Zeitliche und Veränderungsproblematik

„Die ständige Kontrolle über alle Landschaftsveränderungen unter dem Einfluß der menschlichen Tätigkeit ist von größter Wichtigkeit“ (Kondratjew, K. J., 1976, S. 146).

Ein chorisches, zwei-dimensionales Deskriptionsschema reicht zur Ökotoptbeschreibung nicht aus, selbst ein drei-dimensionales ohne Zeitfaktor muß, da ohne ausreichenden Ausdruck, für die Dynamik eines Ökotopt ungenügend sein. Das Luftbild ist nicht nur in der Lage, Informationen über Änderungen der Landnutzung (vgl. Brunt, M., 1959 – Landnutzung Gambias) zu liefern, sondern auch mehrere Jahre auseinanderliegende Bildserien geben Auskunft über aktuelle vielfältige Veränderungstendenzen. Schließlich sind geographischen Objekten drei Grundmerkmalsgruppen immanent (Neumeister, H., 1977, S. 20): Eigenschafts-, Raum- und Zeitdimensionen. Eigenschaftsdimensionen sind durch indirekte Zeiger zugänglich (z. B. Süßwasserfauna). Richter (H., 1968) stellt fest, daß die Struktur des Naturraumes aus Substanz und Funktion besteht und somit ein aktuelles dynamisches System darstellt. Diese Dynamik kommt in der Gesamtheit der Prozesse des gegenwärtigen Energie- und Stoffumsatzes zum Ausdruck. Stoffliche Prozeßabläufe erfolgen vorwiegend in den thermischen Jahreszeiten und sind luftbildtechnisch kaum zugänglich (vgl. Richters Prozeßgruppen, z. B. Umsatz von gasförmigen und gelösten anorganischen Substanzen, 1968). Schmidt (G., 1969, S. 33) meint, daß alle Lebensäußerungen von Biozönosen in eine zeitliche Ordnung eingefügt sind, die bereits in ihren täglichen und jahreszeitlichen Rhythmen zum Ausdruck kommen. Zusätzlich ist ein ständiger Auf- und Abbau von Lebensgemeinschaften feststellbar.

Hier wird von „Veränderungen“ (mehr im Sinne Trolls, C., 1963; „Vegetationsveränderungen“) gesprochen, nicht von Prozessen im Sinne Richters. Trotzdem darf die Komplexität der Vorgänge nicht übersehen werden, da äußere Einflüsse eng mit endogenen Verhaltensmustern verwoben sein können (Tischler, W., 1976, S. 104). Das äußere Erscheinungsbild der Lebensentfaltung hängt also von Tages- und Jahresperiodiken ab, wobei einzelne Organismen zeitweilig im Vordergrund stehen, andere dagegen zurücktreten können.

Ist multitemporales Bildmaterial vorgegeben und ein maßstabs- und zeitsystematisches Konzept nicht möglich, treten erhebliche zeitliche Probleme auf. Die extreme Diskontinuität des gegebenen Bildmaterials bedingt eine unvollständige Einordnung in die gesuchten Periodiken (vgl. auch Dörfel, H. J., 1977; Schneider, K. H., 1977). Eine erhebliche Reduzierung der gesicherten Ergebnisrate ist zwangsläufig die Folge. Kenneweg (H., 1972, S. 405) konstatiert mit Recht: „Für dynamische Entwicklungen können nur geringe Standardabweichungen toleriert werden, d. h. die Aufnahmeintensität muß größer sein“. Dies steht im Einklang mit neueren amerikanischen Erkenntnissen (vgl. Tabelle), besonders bei Whitman (R. J., 1973) und Stephens (P. R., 1976)! Multitemporales Bildmaterial kann bei Veränderungsfragen aus den hier gemachten Erfahrungen für weiterführende zukünftige Untersuchungen nicht ohne Einschränkungen empfohlen werden; denn selbst bei kurzzeitig diskontinuierlichem Material treten ungelöste Probleme auf, die im Einzelfall, je nach Fragestellung, bis hin zur Unbrauchbarkeit von Luftbildaufnahmen führen können. Eine z. B. 1972 in Niedersachsen wenige Tage nach einem großen Windwurfschaden ausgeführte Bildbefliegung war für die Einschätzung des Schadensausmaßes für die Forsteinrichtung bereits nicht mehr von Nutzen (Kenneweg, H., 1972, S. 412), da mittels Archivarbeit (Forsteinrichtungswerke) und Geländebeobachtungen das Schadensausmaß schneller und genauer bekannt war, als es die bereits verspätete Befliegung aussagen konnte.

Für andere dynamische Fragen eines Vorganges, etwa der von Immissionsschäden an Waldbeständen, dagegen hat sich die Luftbildmethode besonders geeignet erwiesen, da die terrestrische Schaderkennung weitaus schwieriger ist. Bei Vegetationsproblemen ist der Vegetationshöchststand bedeutsam für Veränderungsvergleiche, dann kann auch bei längeren Zeitintervallen (vgl. Lind, et.al., 1975) mit positiven Ergebnissen gerechnet werden. Grundsätzlich ergibt sich demzufolge die Definition der Zeitintervalle aus der Aufgabenstellung der entsprechenden Untersuchung (Neumeister, H., 1977, S. 22). Wird von Ökosystemen ausgegangen, so muß berücksichtigt werden, (Fränze, O., 1971, S. 298) daß ein und dasselbe geographische System im allgemeinen in verschiedenen Kausalzusammenhängen, je nach dem Aspekt der Betrachtung, erscheint (z. B. ein Wald kann ein spezifischer Bodenkomplex oder Vegetationskomplex, zum andern ein Glied im Wasserkreislauf oder in der O_2 -Produktion sein).

Prozesse und die aus ihnen folgenden Veränderungen, die sich aus dem einen Kausalzusammenhang ergeben, werden daher auch im anderen Kausalitätsbereich, wenngleich auf eine andere Weise, wirksam (ebs.). Die Vegetation kann ebenso als Systemelement aufgefaßt werden; wie Bartels (D., 1968, S. 68) ausführt, sind Ökosysteme keineswegs stationäre Gefüge, sondern unterliegen bestimmten prozessiven oder regressiven Prozessen, welche zeitliche Entwicklungsstadien der Systemelemente zeigen. Es ist aber nicht zweckmäßig und unbedingt erforderlich, auch die Schicksale einzelner Untersysteme im einzelnen zu verfolgen (Haken, Graham, 1971).

Wesentlich bedeutsamer erscheint ökologisch das Erfassen von Phasenübergängen, die überraschende Änderungen hervorrufen (z. B. Temperaturverschiebungen in Seen). Auch anthropogene Maßnahmen können Phasenübergänge einleiten, so wird etwa durch eine „Enteutrophierung“ (z. B. Tegernsee) eines Sees ein Phasenübergang geschaffen, der den Röhrichtbestand völlig verändert (vgl. ff.). Hier liegt ein weiteres bedeutsames methodisches Problem der zeitlichen Luftbildinterpretation, denn nur in wenigen Sonderfällen wird ein Phasenübergang dokumentiert sein können. Hier muß vorrangig ökologische Feldarbeit geleistet werden, da verschiedene Phasen sich insbesondere durch physikalische Eigenschaften charakterisieren. Real untersucht werden können im Luftbild kleinste Standortflächen homogener Ausstattung (Schneider, S., 1970, S. 295) und deren Veränderungen. Veränderungen erfolgen normalerweise im zeitlichen Mittel über ein längeres Intervall und sind in intakten Systemen zeitlich nicht unmittelbar mit einer entsprechenden drastischen Gegenwirkung verknüpft, sondern das System hat bereits selbsttätig und rechtzeitig Gegenwir-

kungen ausgelöst, d. h. Phasenübergänge erfolgen zeitlich diskordant zu den Veränderungen. Anders ist der Verlauf, wenn diese Selbstregelung durch anthropogene Einflußnahme verändert wird, etwa durch abrupte Gifteinwirkungen (Schäfer, G., 1973). Es ist also sehr genau zu unterscheiden, wodurch Veränderungen angeregt werden, was unmittelbar aus dem Luftbild in vielen Fällen nicht entscheidbar sein wird. Zu erheblichen Interpretationsaussagefehlern kann es auch kommen, wenn übersehen wird, daß ein System (oder Ökotope) natürlichen periodischen Schwankungen und Fluktuationen der Regelgrößen unterliegt. Gerade Fluktuationen gehören zu den am schwersten zugänglichen Phänomenen überhaupt (siehe Haggett, P., 1975, S. 101).

Um welche möglichen Veränderungen handelt es sich nun? Haggett (P., 1975, S. 85 ff.) und Vinogradov (B. V., 1967, S. 56 ff.) fassen zusammen:

A) *Long-Term Environmental Swings*
(hier nicht unmittelbar bedeutsam, betrifft mehr Genese)

B) *Short-Term Roundabouts*

- The daily round (ausgeprägter Tagesrhythmus aller Lebensäußerungen, insbesondere aufgrund des 24 Std.-Wechsels der Einstrahlung); bedeutsam für quantitative Ergebnisse, optimale Erfassung bei Sonnenhöhen von 25°–53° (nach Vinogradov).
- Seasonal (thermische Jahreszeiten), als phänologische Änderungen und Artenwechsel durch Umweltänderungen; Problem: Auffindung des bestmöglichen Aufnahmezeitpunktes (Beispiel: Woodwell, G. M., 1978 – jährlicher Rhythmus der CO₂-Bindung).
- Mid-Term Mysteries (Fluktuationen).
- Extremes, Hazards, and Disasters (plötzliche und extreme Änderungen durch Erdbeben etc.).

Die Feststellung möglicher Veränderungsarten in der Zeit genügt noch nicht vollständig, da bei Ökosystemen sehr unterschiedliche Zeitintervalle, -überschneidungen und Verschiebungen bestehen, insbesondere aufgrund der differierenden zeitlichen Teilnahme von Untersystemen am Gesamtsystem und der eigenzeitlichen Charakteristik jedes Einzelobjektes. Solche Zeitdiskordanzen lassen sich luftbild-methodisch schwer oder gar nicht trennen, sondern müssen mehr oder minder nivelliert untersucht werden. Bei Lebensgemeinschaften relativ homogenen Typs kann deren Zeitcharakteristik ebenso als relativ einheitlich angesehen werden, wobei aber Ausfall und Zuwachs von Kleinbeständen zugehöriger Arten beachtet werden sollte. Ferner sind bei Pflanzen struktur- und wachstumsbedingte, im Raum differierende Zeitintervalle zu bedenken, etwa beinhaltet das vertikal orientierte Halmwachstum (z. B. das „Schossen“) ein anderes Zeitintervall als die mehr horizontal orientierte Blattbildung oder der Flächen- und Höhenzuwachs eines ganzen Bestandes. Beim Zusammentreffen zeitlich stark diskontinuierlicher Erscheinungen sind die jeweiligen Entwicklungsrichtungen im Raum etwa von stofflichen, energetischen aber auch biologisch-genetischen Kräften abhängig und sind entsprechend dem biologisch-genetischen Potential in Raum und Zeit begrenzt.

Somit entwickeln sich Ökosysteme (hier auch Pflanzengemeinschaften) im wesentlichen in vier Abschnitten mit ungleichen Zeitanteilen, spezifischem Prozeßfeld und spezifischer Informationsabgabe, wobei dies nicht allein jahreszeitlich, sondern auch lebenszeitlich zu sehen ist.

In der anthropogenen Einflußsphäre der Kulturlandschaft kann nun auch eine relative Beeinflussung der Zeit gesehen werden (Hey, Ch., 1974, S. 7), z. B., wenn der Mensch Produkte oder Ökosysteme vollbringt, die die Natur von sich aus nie hätte hervorbringen können. Vorgegeben werden bei multitemporalem Bildmaterial Zeitintervalle, die nicht gleich sind mit einem spezifischen Prozeß- oder Veränderungsverlauf.

Arbeitstechnisch ergeben sich zunächst drei Möglichkeiten:

- Definition einer möglichen Veränderung mittels Präinformationen, Geländebefund und anschließende Indiziensuche (keine eigentliche Luftbildinterpretation).
- Eine objektspezifische, kontinuierliche Datenreihe mittels veränderungssynchronen Aufnahmen und deren Auswertung (theoretischer Idealzustand).
- Bei multitemporalem Material Feststellung eines Veränderungsabschnittes (oder -anzeichens) im Rahmen des gegebenen Zeitintervalls, Definition und Einordnung über Postinformationen und Geländedaten,

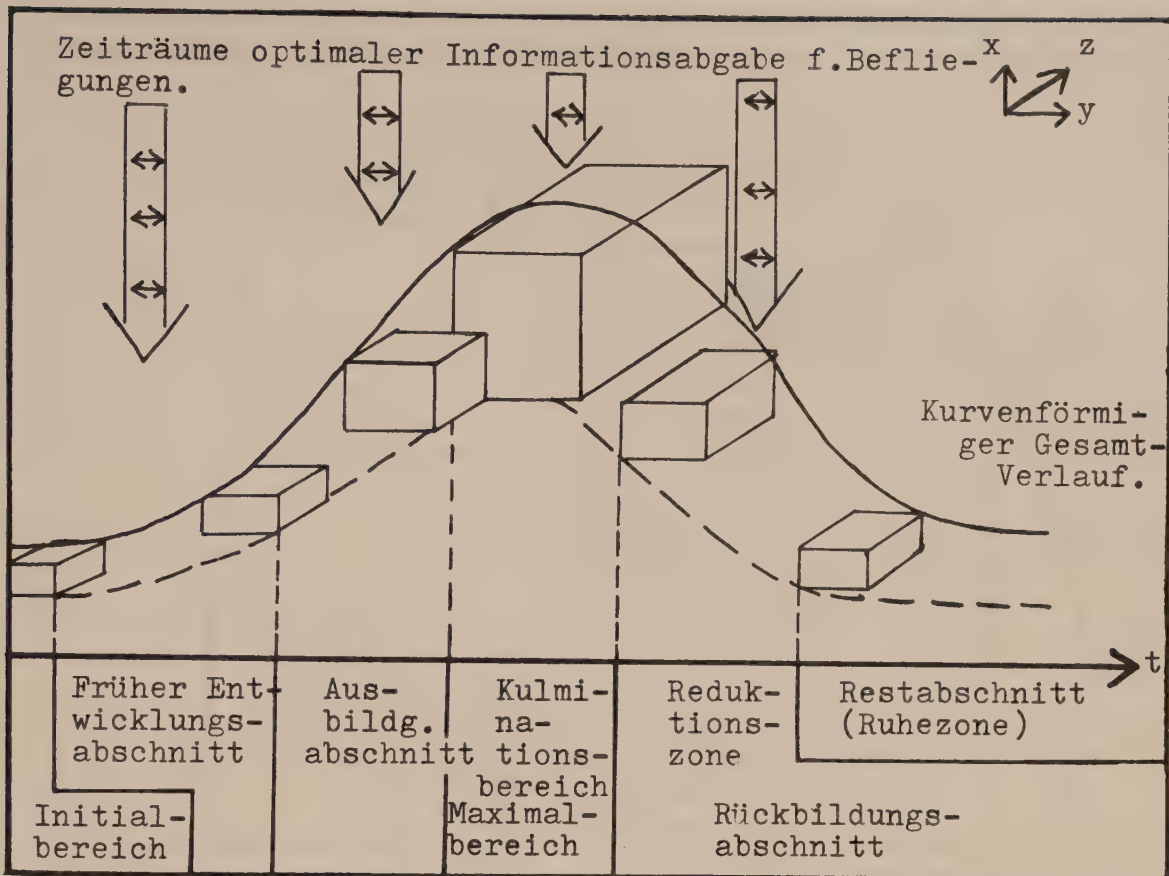


Abb. 22 Darstellung eines ökologischen Systems (Ökotoptop) in Raum und Zeit. (Entwurf: K. Stöcklhuber)

Jeder Bestand ist in seiner Gesamtheit als eine Überlagerung n-spezifischer Einzelentwicklungskurven zu sehen, somit entwickelt er sich unterschiedlich in die Richtungen x, y, z, zum jeweiligen Zeitpunkt t. Daher sind Aussagen zur Bestandsentwicklung in den Wendepunktsbereichen nicht ausreichend abzusichern.

sowie Zurückverfolgung des zeitlichen Ablaufes (vgl. Kölbl, O., 1976). Bei der zusätzlichen Geländearbeit besteht die Gefahr, daß bereits Änderungen zwischen Luftaufnahme und Geländekontrolle erfolgen können (Lind, et.al., 1975). Methodisch günstiger wären in jedem Falle Simultanaufnahmen mit synchronem Einsatz von Handkammern zur Gewinnung großmaßstäblicher Vergleichsbilder (vgl. Lind, et.al., 1975; Rhody, B., 1977; Canadian Forest Service, u. a.; siehe auch Tabelle).

Dies widerspricht sich nicht mit der als Fazit zu vermerkenden Feststellung, daß das Luftbild für das Erkennen von Ursache und Umfang kurzfristiger „Landschaftswandlungen“, sowie der Dokumentation „fortschreitender Vorgänge“ (Buchwald, Engelhardt, 1973, S. 428) unentbehrlich ist. Ebenso besteht für Fragen des Umwelt- und Naturschutzes ein zunehmendes allgemeines Interesse für die biologische Komponente natürlicher Geosysteme (vgl. Naumann-Tümpel, H., 1977, S. 57ff.).

5.4. Zur Frage der Analyse von Wechselbeziehungen aus dem Luftbild:

Zwar ist die Luftbildforschung zu einem sehr hohen Grade Landschaftsökologie (Troll, C., 1939, S. 297), aber eigentliche Wechselbeziehungen lassen sich in der Regel nicht direkt dem Luftbild entnehmen (vgl. Schneider, S., 1960). Wie gezeigt (Abgrenzungsfragen!), können vorwiegend Verbreitungsareale, weniger „Wirkungsareale“ im Bild analysiert werden, da das Bild mehr statistischen Charakter aufweist. Eine besondere Schwierigkeit besteht in der Komplexität der energetischen und stofflichen Prozesse in Ökosyste-

men in kürzeren Zeitintervallen (z. B. jährlicher Stoffzuwachs eines Baumes nicht meßbar). Folglich sind auch viele ökologisch wichtige Wirkungsketten luftbildmethodisch häufig schwer oder gar nicht zugänglich (vgl. folgende Abbildung).

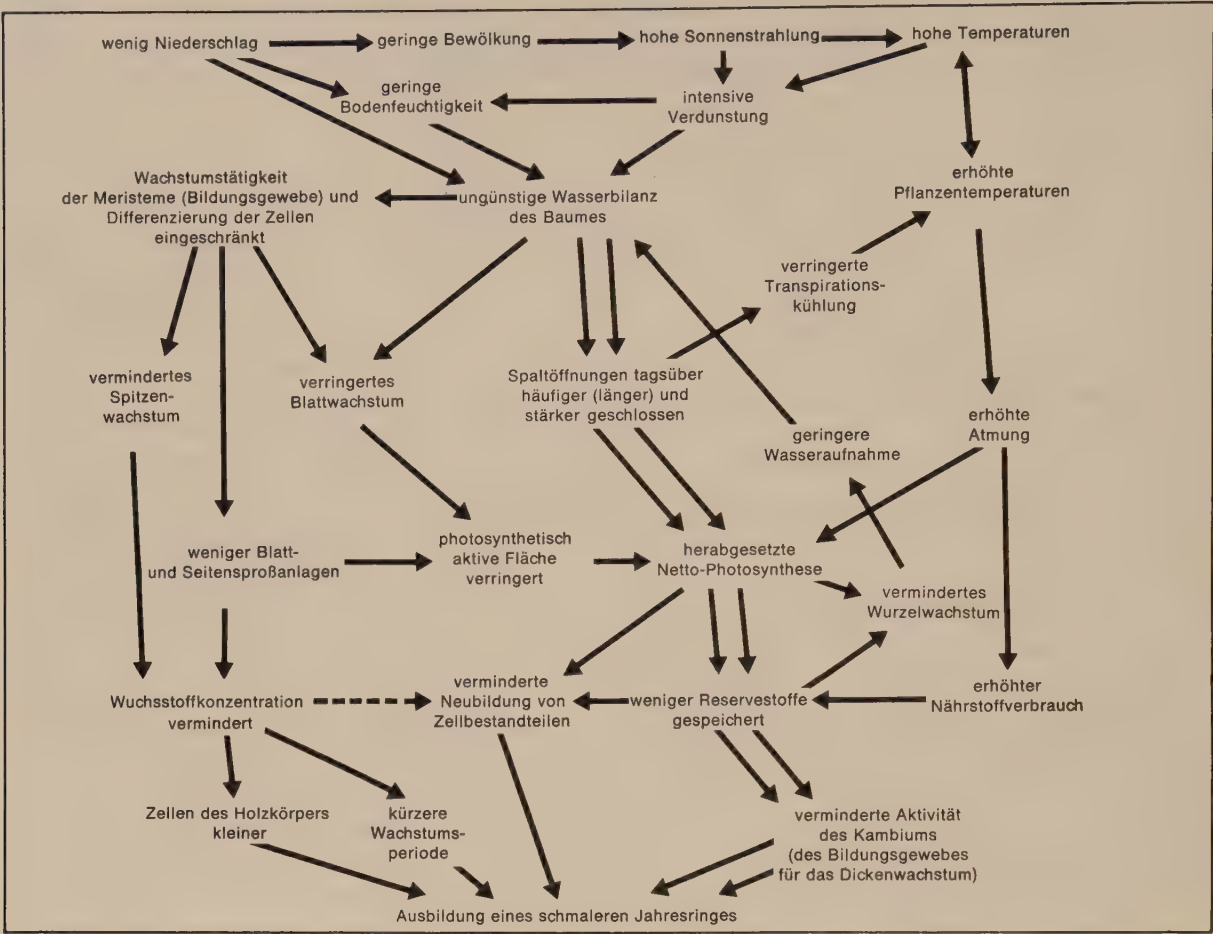


Abb. 23 „Wirkungszusammenhänge zwischen begrenzenden Niederschlags- und Temperaturverhältnissen und dem Dickenwachstum eines Baumes“ (aus Cernusca, A., 1971, S. 666, Bild 4)

Spezialemulsionen und besonders thermographische (vgl. Verstappen, H. Th., 1972) Daten ermöglichen ein intensiveres Eindringen in Fragen von ökologischen Wechselbeziehungen, weniger das SW-Bild. Hier gilt es, exakt nach Post- und Präinformationen des eigentlichen Luftbildinhaltes zu unterscheiden. Die Luftbildinterpretation braucht in diesem Punkt unabdingbar zusätzliche, möglichst synchron gewonnene Bodendaten. Im gegebenen Fall standen geeignete Geräte nicht zur Verfügung (Hinweis: tragbare Datenerfassungsanlagen für ökophysikalische Messungen, besonders für schwer zugängliches Gelände!). Auch Daten aus den ökologisch wichtigen Wintermonaten lagen nicht vor, wobei z. B. Ausaperungsvorgänge (vgl. Holtmeier, F.-K., 1974) interessante Aspekte ergeben hätten.

5.5. „Direkt aus dem Luftbild zu ermittelnde Anteile prozeßhafter Phänomene in Bezug zu den tatsächlichen, nicht erfaßbaren Prozeßabläufen“

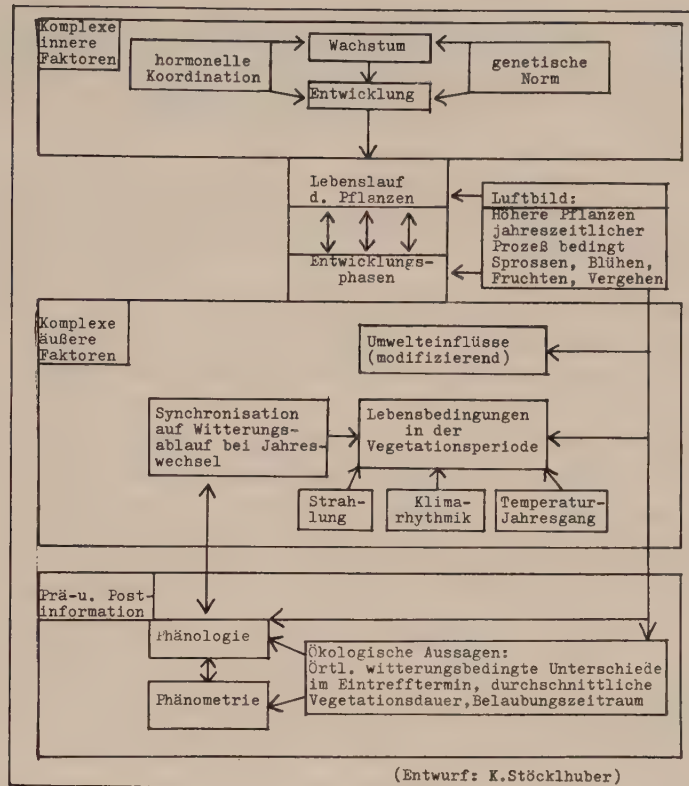


Abb. 24 Die direkten Erfassungsmöglichkeiten von Vorgängen (innere / äußere Faktoren), die Leben und Wachstum eines pflanzlichen Organismus regulieren und beeinflussen, sind über bestimmte Wege zugänglich (siehe Pfeile vom Kasten „Luftbild“ aus). Ein Großteil der tatsächlichen Vorgänge kann nicht erfaßt werden.

5.6. Zusammenfassung allgemeiner methodischer Erkenntnisse aus vorliegender Untersuchung unter praktischen Aspekten

5.6.1. Geeignete Befliegungszeiten bei Einzelbefliegungen

Im Alpenraum ist eine Sommerbefliegung häufig wegen erhöhter Trübung bei Hochdrucklagen ungünstig. Dies wirkt sich, trotz der Verwendung von Filtern, deutlich in einer Reduzierung des Kontrastreichtums aus. Vorteilhafter erweist sich der Herbst als Befliegungszeitpunkt, da größere Kontraste und vegetationskundlich bessere Unterscheidbarkeit gegeben sind.

Eine langfristige Beobachtungen veranlassen zur Annahme, daß besonders für forstlich-vegetationskundliche Zwecke Föhnlagen im Herbstmaximum optimal sein dürften, wobei für Detailbefliegungen mit PAN- und Farbfilm während Föhneinbrüchen, nach kurz zuvor erfolgten Niederschlägen, eine erhebliche Bildqualitätssteigerung sein müßte. Verfälschungen der Information durch erhöhte Bodenfeuchte können dann jedoch auftreten.

Es empfiehlt sich, die Flugwetterlagen im Untersuchungsgebiet in die Beurteilung des Aufnahmematerials einzubeziehen, sowohl für die aktuelle Flugplanung, als auch im Sinne einer Rückkoppelung. Bestimmte Fehlerquellen (Stereoefekt und Kronenabbildung) können damit von vornherein, so z. B. bei forstlichen Interpretationen, ausgeschlossen werden. Voraussetzung für eine zeitliche Erfassungsoptimierung ist immer die sofortige Einsatzbereitschaft des Aufnahmesystems.

5.6.2. Aussagemöglichkeiten des panchromatischen Luftbildes für Uferregionen

Grundsatz:

Pflanzensoziologische Aussagen direkt und allein aus dem Luftbild sind auch in anderen Fällen meist nicht möglich. Erst mit „ground check“ können einzelne Gesellschaften exakt angesprochen werden. Genaue Boden- und Objektkenntnisse sollten daher immer vorhanden sein, weshalb es auch keinen „Luftbildauswerter“ als solchen geben kann.

Technische Bedingungen bei optisch-visuellem Verfahren:

Erstklassiges Interpretoskop mit variabler Vergrößerung (z. B. Zeiss-Interpretoskop). Einfache Spiegelstereoskope genügen nicht, sie können sogar die Fehlerquote unkontrolliert erhöhen.

Wenn eine Vegetationsaufnahme eine Analyse des Pflanzenbestandes, verbunden mit Notizen über im Gelände schnell feststellbare Eigentümlichkeiten und Eigenschaften des Standortes, besonders auch dessen Beschaffenheit sein soll (nach Knapp, 1958), so sind für die Auswertbarkeit panchromatischer Luftbilder folgende Einschränkungen zu machen:

- Eine Analyse des Pflanzenartenbestandes im Uferbereich ist nicht ausreichend abzusichern (vgl. Haefner, H., 1963: individuelle Identifikation bei Sträuchern und Krautpflanzen kaum mehr möglich).
- Standortaussagen sind direkt kaum ausreichend möglich (z. B. nur Entscheidung: feucht, trocken). Hinweise auf weitere Standortcharakteristika sind vorwiegend dem Gelände vorbehalten, da in der Regel Bodensicht fehlt, welche jedoch auch keine Garantie für Standortaussagen enthält.

Die Auswertbarkeit ist vorwiegend unter dem Aspekt „Aussehen einer bestimmten Gesellschaft in einer bestimmten Jahreszeit“ zu sehen. Deshalb kann zusammenfassend gesagt werden: Die Luftaufnahme ist für die Kartierung nach Formationen weitaus geeigneter als nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten. Geographisch ist dabei das vergleichende Betrachtungsprinzip zu beachten (nach Haefner, H., 1963).

5.6.3. Vegetationskundliche Interpretationen

Für vegetationskundliche Interpretationen aus dem Luftbild ist die Anwendung exakter, zeitraubender Verfahren für ein so stark variierendes Objekt, wie es die Pflanzengemeinschaften sind, wenig sinnvoll (vgl. Walter, H., 1973). Pflanzensoziologische Aufnahmen sind nicht unbedingt erforderlich, da diese der geographischen Komponente der Geobotanik nicht gerecht werden (ebs.). Eine Liste von Pflanzengesellschaften (pflanzensoziologische Methode) vermittelt ebenfalls keine anschauliche Vorstellung von der tatsächlichen Pflanzendecke (ebs.). Zur Verwendung von Präzisionsauswertegeräten in der Vegetationserkundung stellte Haefner (H., 1963) schon fest, daß das Einpassen Schwierigkeiten bringt und zu viel Zeit erfordert. Der Aufwand sollte in einem vernünftigen Verhältnis zum gewünschten Ergebnis stehen. Die Methode der Wahl ist daher der Einsatz hochwertiger Interpretoskope und einfach zu handhabender Geländegeräte. Als kostengünstig und aufwandsgerecht erwies sich eine Methodenkombination von Bildinterpretation und „ground check“. Kartierungen auf Kodac-tracepaper (Transparentpapier ist ungeeignet!) unter einem Interpretoskop von vorinterpretierten und im Gelände abgesicherten Erscheinungstypen sind vorteilhaft. Nach dieser linienhaften Kontrolle lassen sich innerhalb eines Ökotops oder eines Ökotopeingefüges weitere Objekte gleicher Textur und Stereoeffektes relativ leicht interpretieren, nachdem ein Regionalschlüssel erstellt wurde.

Im Rahmen einer fortschreibenden Landeserkundung und einer Quantifizierung von Luftbilddaten wäre es wünschenswert, feste Kontrollpunkte (z. B. für Schilfröhrichtgrenzen) im Gelände einzubringen und diese im mehrjährigen Rhythmus zu kontrollieren (z. B. Befliegung alle 5 Jahre).

Besonders zweckmäßig erwies sich nach einer ersten Überblicksinterpretation die Konzentration auf ein Einzelereignis und dann Übergang zu einer systematischen, rückläufigen Untersuchung des gesamten multitemporalen Bildmaterials. Zur Detailerfassung und genauen Objektanalyse sind fotografische Teilvergrößerungen ein ideales Hilfsmittel, aus Kostengründen jedoch nicht unbegrenzt durchführbar.

5.6.4. Informationsgewinnung über Freiwasserzonen aus dem Luftbild

Der Bildinhalt des panchromatischen Luftbildes gibt für die Vorgänge im Ökosystem See so gut wie keine direkten Hinweise. Der Geländearbeit kommt hier vorrangige Bedeutung zu. Erweiterte Möglichkeiten für Fragen des Wasserkörpers bringt sicherlich der Einsatz von thermalen Infrarotaufnahmen⁵. Für gewässerbiologische Fragen wird das panchromatische Bild auch zukünftig kaum noch stärker einsetzbar sein, da der technische Stand dieser Emulsionen ein Optimum erreicht hat.

5.6.5. Informationsgewinne bei Waldflächen

Waldzustand und Verjüngungsgrad sind meist nicht zweifelsfrei aus dem Luftbild zu entnehmen, da folgende Interpretationsschwierigkeiten auftreten:

- Die Grautonvarianz der Baumkronen ein und derselben Art ist oft verschieden und nicht exakt ansprechbar.
- Unterständige Bäume geringer Höhe bleiben auf dem Bild meist unsichtbar. Sie sind aber sehr bedeutsam, da sie 70 % der Gesamtvariation erklären (nach Tschupke, W., 1974).
- Der Kronenschlußtyp ist leichter zu unterscheiden als der Kronenschlußgrad. Es besteht schließlich gegenseitige Überschirmung und Beschattung der Baumkronen (ebs.).
- Kleinere Kronen bei Laubhölzern sind von größeren oft nicht unterscheidbar (ebs.).

Für forstliche Aufnahmen ist die Ausschaltung des Luftlichtes, weil kontrastmindernd, mittels Gelbfilter wichtig, da die Schlagschattenerhaltung für eine detaillierte Waldflächeninterpretation notwendig ist.

Im Gebirge und hügeligem Gelände ist außerdem die unterschiedliche Bildgestalt des Einzelobjektes und der Radialversatz zu beachten. Die Texturen sind verstärkt bildortsabhängig. Eine sichere Baumartenerkennung ist erst bei einem Maßstab von 1:2000 und größer wirklich möglich, was sich ungünstig auf die Kosten auswirkt. Ist bei entsprechenden Maßstäben kein erkennbarer Baumbestand vorhanden, ist dies nicht unbedingt Hinweis auf eine nichtbestandene Fläche, da sehr junge Pflanzen (Sämlinge) nicht genügend abgebildet werden können.

Mittels farbiger, falschfarbiger und Infrarotbilder möglichst im Maßstab unter 1:5000 oder durch Handkameraufnahmen lassen sich Interpretationsverbesserungen und objektgerechtere Schlüsse erzielen. So sind hiermit etwa Baumarten wesentlich leichter zu unterscheiden und verfeinert phänologische Symptome auszugliedern. Ideal für Streßererkennung erweist sich auch der Spektrozonalfilm (UdSSR). Panchromatische Aufnahmen zeigen bei forstlichen Interpretationen beschränkte Einsatzmöglichkeiten, werden aber praktisch aus Kostengründen bedeutsam bleiben.

5.6.6. Erkennung des Feinreliefs

Dellen und andere Feinformen wurden im Untersuchungsgebiet in verschiedener Form und Ausprägung angetroffen. Die Ausgliederung vom Luftbild her ist nur bedingt möglich, da die Erkennbarkeit vielfach von Schattenwurf und Sonneneinfallswinkel abhängt. Sehr flache Dellen können meist nur im Gelände, je nach Lichteinfall, erkannt werden. Das Luftbild bringt in diesen Fragen hauptsächlich eine Vorentscheidung und ermöglicht die Festlegung von Testarealen. Ist ein zu steiler Hang mit Grünlandwirtschaft und ohne Wald vorhanden, so sind Hangdellen z. B. stereoskopisch sichtbar und als solche im Bild auszugliedern.

5.6.7. Zum Problemkreis Erosionen

Bei der Ausscheidung erosiver Vorgänge sollten geologische Situation, Vegetation und Klima gemeinsam gesehen werden. Auch ist die wirtschaftende Tätigkeit des Menschen klarzustellen und räumlich zu fixieren. Mit einfachen Interpretoskopen herkömmlicher Art ist kaum ein befriedigendes Ergebnis zu erzielen. Bei der Interpretation ist ständig mit einer neuen topographischen Karte, mindestens Maßstab 1:25 000 oder größer,

⁵ vgl. z. B. Scherz, J. P., et.al 1973; Schneider, S., et.al., 1974; Strong, A. E., 1974; Wrigley, R. C., Horne, A. I., 1974; Bresette, W. E., 1976;

und einer orohydrographischen Ausgabe derselben zu korrespondieren. Sind Karten der Hanglabilität, des Waldzustandes und Wildbach-Lawinenkataster vorhanden, so sind diese hinzuzuziehen.

Keine Angaben liefert das Luftbild bei kurzfristigen Vergleichen zur schleichenden Erosion. Deren Anzeichen, veränderte Bodenprofile, Bodentönung, wechselnder Pflanzenwuchs auf kurze Entfernung usw., sind im Bild nur indizienhaft ansprechbar.

5.6.8. Anthropogeographische Aspekte.

Das Studium einzelner Geofaktoren (Neef, E., 1962) führt von der geographischen Realität fort, die allein im Landschaftskomplex zu finden ist. Dieser Komplex aber fordert auch die Betrachtung des anthropogenen Wirkens im Raum.

Die kulturgeographische Interpretation aus dem Luftbild ist jedoch ohne ausreichende Geländedaten nur lückenhaft möglich. Das sichtbare Phänomen allein kann nur sekundärer Anhaltspunkt für die Klärung funktionaler Zusammenhänge sein (nach Schneider, S., 1974). Ansatzpunkt bei großräumiger Betrachtung kann hierbei etwa die Landnutzung sein. Jedoch sind Landnutzungskarten wegen zu geringem Korrelations-effekt eine Art landschaftskundlicher Forschung, die ein Zusammentragen der Resultate anderer Arbeiten bedeutet (Hagen, T., 1950, S. 212). Sie empfiehlt sich nur in Räumen unterschiedlicher Nutzung. Die Ansprache einzelner Grünlandwiesentypen kann nach Luftbild und Feldmethode in Kombination zueinander erfolgen. Remissionsmessungen im Gelände verbessern u. U. das Ergebnis und erhöhen die Aussagekraft. Zur Ausgliederung von Brachflächen (zur Zeit systematische Untersuchung in Freiburg) besteht derzeit noch keine umfassende Untersuchung über Möglichkeiten und optimalen Luftbildeinsatz.

Anthropo- und sozialgeographische Aspekte waren auch nicht Gegenstand vorliegender Untersuchungen, obgleich z. B. eine Siedlung, ein Dorf, o. ä. durchaus als eigene anthropogene Ökosysteme aufgefaßt werden können.

5.6.9. Erzielbare Auswerteverbesserungen

Neben dem einfachen panchromatischen Luftbild sind eine Vielzahl von Aufnahme- und Auswertetechniken entwickelt worden, die jeweils speziellen Bedürfnissen gerecht werden. So etwa die Anwendung von eigenen Filterverfahren, Spezialemulsionen, digitale Bildaufbereitung, Densitometrie, optische Bildfilterung und nicht fotografische Aufnahmeverfahren (passive Mikrowellen, IR-Scanning, Radar, Absorbtionsspektrometrie). Auch Laser werden für Erderkennungszwecke bereits eingesetzt.

Diese Techniken ermöglichen in der Regel eindeutige Informationsgewinne für spezifische Fragestellungen, haben aber eben durch die Spezialisierung auch enger gefaßte Anwendungsbereiche und erhebliche Kostensteigerungen zur Folge. Für viele Zwecke der Landschaftsforschung wird deshalb das panchromatische Bild das wesentliche Mittel zur Lufterkundung bleiben. Heute besteht ohnehin eine weit höhere Aufnahmekapazität, als Auswertekapazität vorhanden wäre. Gerade auch deshalb sind die Möglichkeiten des panchromatischen Bildes m. E. noch nicht völlig erarbeitet, nicht zuletzt auch wegen des ungeheuer hohen Informationsgehaltes, der wahrscheinlich durch großangelegte Teamarbeit voll ausgeschöpft werden könnte. Wie es Schneider (S., 1974) feststellt, fehlt in der Geographie auch immer noch ein eigentliches ökologisches Luftbildkonzept unter Aufstellung von Bezugskriterien, die im Luftbild direkt angesprochen werden können. Eine wie bisher geübte Übernahme landschaftskundlicher Methoden in Form einer Aneinanderreihung der Einzelbestandteile kann auf Dauer nicht genügen. Entscheidend und im Mittelpunkt des Interesses und im wahrsten Sinne des Wortes geographisch muß das Wirkungsgefüge im Raum sein und seine Klärung aus dem Luftbild. So sei abschließend angemerkt, daß die üblichen Verfahren in Hinblick auf eine Landschaftsökologie weiterführend überdacht werden sollten und daß Methodenverbesserungen durch systematische Untersuchungen auch in Zukunft notwendig sein werden.

6. Aufgabenbezogene Versuche und Ergebnisse zur Reflexionsproblematik und Densitometrie in Bezug auf die zeitliche Varianz der ausgewählten Ökotope

6.1. Zur Methode der Luxmetermessungen:

D. Steiner empfahl Reflexionsmessungen im Gelände mit einem gewöhnlichen Luxmeter zur Erfassung der Veränderungen der Reflexion von Pflanzen innerhalb der Vegetationsperiode. Als Reflexion wird hier das Verhältnis Intensität des zurückgeworfenen Lichtes zur Intensität des einfallenden Lichtes definiert (Schneider, S., 1974, S. 143). Bei rauen Oberflächen, wie Pflanzengemeinschaften es darstellen, kommt es zu starken Streuungen und unterschiedlichem „abgehenden Objektumfang“. Mit den Arbeiten Krinovs (E. L., 1953) begann eine wahre Flut von Untersuchungen zu Problemen der Spektralreflexion, die letztlich im Problem der Grautonbeurteilung münden und dessen gesamten, auch heute noch immer nicht zweifelsfreien Wert, als Interpretationskriterium zu stützen suchen. Dieses Bemühen um eine objektive Ausgangsbasis zur Grautonbewertung erbrachte in Verbindung mit der Entwicklung der Densitometrie bereits relative Charakteristiken (vgl. Steiner, D., 1961; Meienberg, P., 1966; Akca, A., 1971; Haefner, H., 1974).

Eigentliche Feldmessungen werden jedoch nach wie vor nur in Einzelfällen ausgeführt, was Meienberg (P., 1966, S. 33) bereits vermerkte.

Der entscheidenden Problematik einer Objektzuordnung zu bestimmten Grautonvarianzen mit absolutem Aussagewert ist man jedoch nicht wesentlich näher gekommen. Die Tönung allein wird vielfach immer noch als ungenügendes Mittel zur Objektidentifizierung eingestuft (vgl. Schneider, S., 1974; Gierloff-Emden, H. G., 1971; Haefner, H., 1963; Steiner, D., 1961), wenn auch Fortschritte u. a. mit Farbemulsionen erzielt wurden (vgl. Haefner, H., 1974; Kenneweg, H., 1972; Tzschupke, W., 1974), sowie bei der Beurteilung von Streßsituationen (vgl. Johnson, P. L., 1969; Kölbl, O., 1976). Auffallend sind dabei die gerne gewählten „vereinfachten“ Versuchsbedingungen, die strukturell einheitliche Kulturflächen, meist Monokulturen bevorzugen. Dies weist auf die Problematik der Grautonbeurteilung als Objektmerkmal deutlichst hin. Hildebrandt (G., 1974, freundliche schriftliche Mitteilung) faßt die Gesamtsituation folgendermaßen zusammen: „Soweit wir es heute beurteilen können, können bei entsprechend guten (Bildschärfe, Kontrastreichtum) und maßstäblich geeigneten (Bildauflösung) Luftbildern für bestimmte Vegetationsformen und Waldtypen charakteristische Densitogramme definiert werden. Freilich gibt es dabei eine bestimmte Varianz, da ja auch in der Natur entsprechende Struktur- und Aufbauformen variieren.“ Zu beachten ist ferner, daß für ein und dasselbe Objekt, z. B. einen Fichtenaltholz-Bestand, die Densitogramme unterschiedlich ausfallen können bei unterschiedlicher Beleuchtung des Bestandes im Augenblick der Aufnahme. (Unterschiedliche Schattenwirkungen bei verschiedenem Sonnenstand, unterschiedlichem Verhältnis Sonnen-/Himmelslicht, sowie unterschiedlichem Bildort: Mitlicht-/Gegenlichtseite usw.). Eine Objektzuordnung ist folglich nur unter eng begrenzten Rahmenbedingungen möglich. Von einer Praxisreife des Interpretationskriteriums „Grauton“ kann m. E. hiernach somit nicht gesprochen werden. Den Komponenten „Varianz“ und „unterschiedliche Beleuchtung“ ist ganz besondere Beachtung zu schenken, wie im weiteren zu sehen ist.

Entscheidend wirkt auch das Material, insbesondere auch der Unterschied Negativ/Diapositiv/Abzug. Bei Filmpositiven konstatierte Roland (N. W., 1965, S. 42) einen Grauwertverlust bei einem Kopiervorgang bis zu 70 % – eine Zahl, die jedoch in Zweifel zu setzen ist, da gleicher Autor davon ausgeht, daß das menschliche Auge 600 Grautonabstufungen unterscheiden könne. Schneiders (S., 1974) Ansicht, 6–8 Stufen wären unterscheidbar, liegt da wohl eindeutig praxisnäher. Schließlich und endlich ist einer gelegentlich starken Bewertung der Grautoninformation skeptisch gegenüber zu stehen, wie etwa auch Wieczoreks (U., 1972) Ausführungen zum Äquidensitenproblem verdeutlichen, wenn auch ein gewisser subjektiver Informationsgewinn möglich erscheint. Gleichwohl mit Skepsis sind nachträglich durchgeführte Messungen mit dem Luxmeter zu betrachten. Eine zu den Bildverhältnissen in direkter Verbindung stehende Angabe, kann wohl

nur dann gewagt werden, wenn Reflexionsmessungen zum Zeitpunkt der Befliegung synchron durchgeführt werden. Um einen gangbaren Weg zu landschaftsökologisch verwertbaren Informationen zu finden, sollten ergänzende Daten (siehe FMP) zur Einstrahlung, genaue lokalklimatische Erhebungen, Daten zu Feuchtebedingungen und zu Photosyntheseaktivitäten gewonnen werden. Bringt man diese Einflußfaktoren in Verbindung mit den bekannten Störfaktoren, wird sicherlich eine gesteigerte Objektivierung erzielt werden können. In Hinblick auf praxisgerechte Aufbereitung muß allerdings das Verhältnis Aufwand zu Ergebnis sorgfältig geprüft werden. Selbst so kleinräumig (Objektdurchmesser 30–50 cm im Gelände) und unwesentlich erscheinende Störfaktoren, wie etwa eine Streßsituation bei einer Einzelpflanze durch gezielte Anwendung von Unkrautvertilgungsmitteln, ergeben völlig veränderte Grautonbedingungen und Texturveränderungen und sind nur durch geländegewonnene Daten zweifelsfrei abzugrenzen.

6.2. Kriterien zur Beurteilung von Luxmeterdaten:

- Mit jahreszeitlichem Veränderungsprozeß nehmen die Beleuchtungsdichtewerte ab.
- Die Farbe der Pflanze erscheint in ihrer Auswirkung auf den Leuchtdichtewert nicht absolut entscheidend.
- Die Überschneidungen der mittleren Datenwerte berechtigen gleichwie die Densitometermessungen nicht zu einer typischen Objektcharakterisierung.
- Die Angabe einer Leuchtdichte von 1500L etwa, berechtigt zu keinerlei Schlußfolgerungen auf eine Rasenfläche, Schlenken o. ä.
- Bei Synchronmessungen Flug/Gelände wird die Objektidentifizierung relativ zu anderen Objekten allerdings erleichtert.
- Für eine rasche Anwendung der Ergebnisse ist diese Teilmethode uneffektiv, die genaue Objektkennntnis bringt hierfür bessere und schnellere Aussagen. Nur um letztlich sagen zu können, diese Fläche oder diese Pflanze ist heller als die andere und muß sich daher heller abbilden, lohnt sich derzeit der Geräte- und Zeitaufwand noch nicht.
- „Die erzielten Werte können nicht absolut gesehen werden, sondern nur relativ zu anderen Objektwerten im gleichen Bild unter gleichen Bedingungen“ (Stöckhuber, K., unveröffentlichte Diplomarbeit, München 1975).

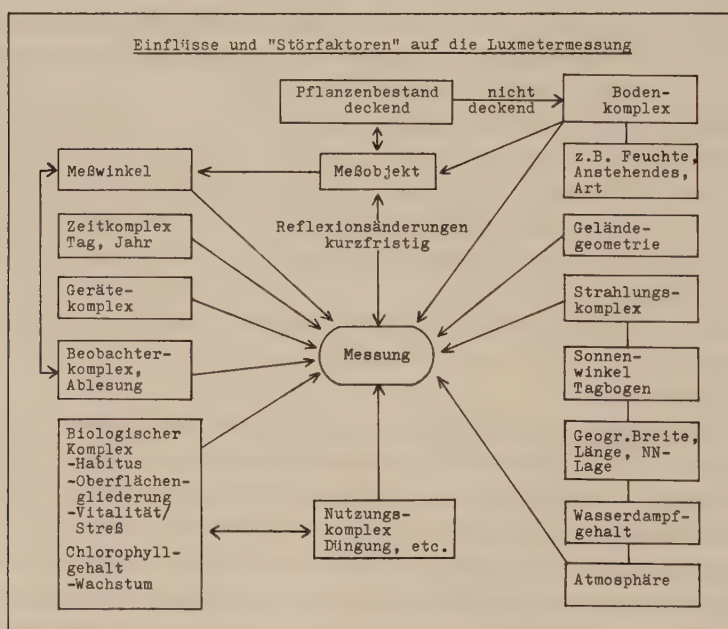


Abb. 25 Einflüsse und Störfaktoren auf die Luxtermessung
(Entwurf: K. Stöckhuber)

- Es ist praktisch kaum erzielbar, z. B. alle Negative unter standardisierten Bedingungen zu erhalten und zu verarbeiten. Die Faktorengruppe „Kontrastveränderungen“ etwa, ist zu komplex, um letztlich den Grauton als Kriterium entscheidend heranzuziehen. Selbst die exakte Ermittlung der Filmschwärzungskurve auf rückführendem Wege über Schleier und Gradation bereitet erhebliche Schwierigkeiten (vgl. Steiner, D., 1961), die die praktische Bedeutung in Zweifel setzen.
- Bereits die Komponente „Lagerungsbedingungen“ bringt unkontrollierbare Veränderungen ein.
- Einzuschränkende Schlüsse lassen sich aus dem Kontrast von Licht zu Schatten in Bezug auf Sonnenhöhe in Abhängigkeit vom Vegetationstyp ziehen. Dies wird besonders im forstlichen Bereich versucht.

6.3. Praktisch durchgeführte Arbeiten:

6.3.1. Geländearbeiten:

Mit dem Metrux K-Beleuchtungsstärkemesser, der eine spektrale Empfindlichkeit hat, die derjenigen des menschlichen Auges entspricht, wurden über 600 Messungen im Frühjahr, Sommer und Herbst der Jahre 76 und 77 an ausgewählten Vegetationsgemeinschaften durchgeführt, Mittelwerte gebildet, aufgelistet und interpretiert. Die Messungen folgten in der Praxis den Vorschriften der Bedienungsanleitung, die einen Meßabstand vom anzumessenden Objekt für Dichtemessungen von 85 cm vorschreibt.

Versucht wurde, im jahreszeitlichen Entwicklungsverlauf der Pflanzen charakteristische Merkmale auszugliedern, die zumindest eine relative Aussage bei Anwendung auf das Luftbild ermöglichen. Hierzu wurden auch vergleichsweise densitometrische Messungen an gleichen Objekten herangezogen.

Methodisch wurde in Anlehnung an die Vorschläge Steiners (D., 1961) verfahren und nach Komponenten der Reflexionsänderungen gesucht.

6.3.2. Eingesetztes Gerät:

BBC-Metrawatt Beleuchtungsstärkemesser vom Typ „Metrux K“ zur Leuchtdichtemessung ($\text{Dcd} \cdot \text{m}^{-2}$, Candela/ m^2) und Belichtungsmessung für angestrahlte und selbstleuchtende Flächen.

Technische Daten nach Bedienungsanleitung:

Meßbereiche:	0 ... 150/500/1500/5000 Lux mit aufsteckbarem Erweiterungsfilter $\times 100$: 0 ... 15 000/50 000/150 000/ 500 000 Lux
Kalibrierung:	mit Metallfadenlampe bei etwa 2850 °K nach DIN 5033
Spektrale Empfindl.:	an V (π)-Kurve angepaßt (siehe Diagramm)
Cos-Korrektur:	bei 85 ° Einfallswinkel
Leuchtdichtemessung:	mit aufsteckbarem Tubus $\times 2$: 0 ... 300/1000/3000/10 000 cd/m^2 ; Tubusöffnung = 38 mm Ø; Durchmesser der Meßfläche: ca. $1,7 \times$ Abstand
Gebrauchslage:	beliebig

Der Geländeeinsatz des Gerätes empfiehlt sich vorwiegend für Wuchshöhen bis 1,60 m, um den vorgeschriebenen Meßabstand einhalten zu können. Die Reichweite kann mit Hilfe einer selbstkonstruierten Halterung erweitert werden, wobei mit zunehmender Meßhöhe die Meßfläche stark verändert wird und der Sollabstand bei unbekannter „tätiger Oberfläche“¹ nicht eingehalten werden kann.

Gemessen wird in der Regel ein summierter Wert, entsprechend nachfolgender Skizze:

¹ Definition und nähere Ausführungen hierzu siehe Abb. 27.

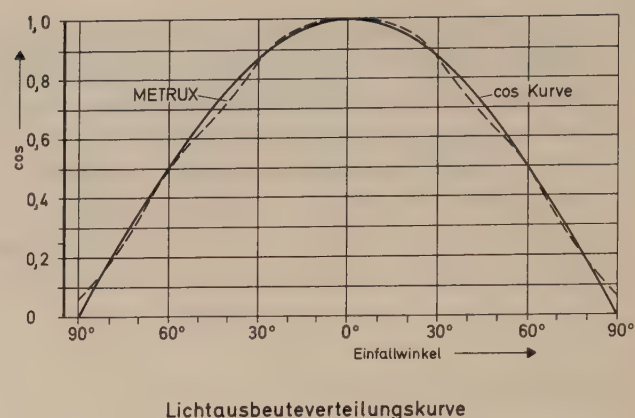
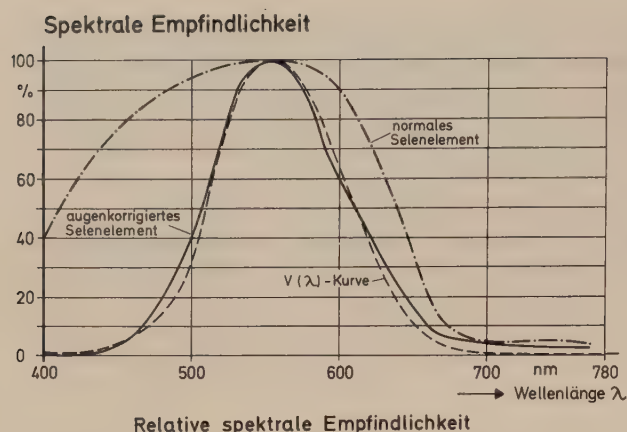


Abb. 26 Technische Daten des Luxmeters

6.3.3. Tabellarische Zusammenstellung der Luxmeterdaten

Lage, Standort (Ökotyp) Pflanzengemein- schaften	Beleuchtungsstärke - Datenver- gleich -(je 10 Einzelmessungen/ Objekt mit Filter x 100) Gesamt:			Beleuchtungs-dichte (cd x m^{-2})			Mittelwert - Grauton mit Auflichtdensitometer (Quanta Log - RD - 100)		
	1.5.76- 8.5.76	20.9.76- 23.9.76	8.10.76- 10.10.76	1.5.76- 8.5.76	20.9.76- 23.9.76	8.10.76- 10.10.76	Flug 1971 16.6.	1973 1.8.	
	12 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	10 ³⁰ -14 ⁰⁰	11 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	12 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	10 ³⁰ -14 ⁰⁰	11 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	D-Werte	Reflex D-W.	%
Röhrlicht bei Gasse/ Gmund 726 - 727 m NN, gelb, trocken	7000	6000 (kaum mehr begeh- bar!)	5000-6000	2800-2900 im Bestand dicht 1100-1150 dünn Bestand	2500-2700	2500-2700	1:10000 0,54-0,56 (1:25000) (1960: 0,45-0,47)	28% 10000 37 0,46- 0,48	34-
Einzelobjekte:									
Phragmitetum comm. (Einzelhalm) über Naßstellen	8000-9000	7000-8000	7000-7500	1800-2000	1500-1800	1500-1700	Details aufgrund der Meßöffnung nicht aus- reichend meßbar		
Blüte	5500	4500	4500	2050	1800-1900	1800			
Blatt trocken	8500-10000 9500-10000			2000-2100 2100					
Bulten auf Moor- boden (je nach Trockenheit)	5000-8500	5000-6000	5000	1500-1650	1000-1100	1000			
Schlenken	5900-6100			1400-1600					
Kleinseggenbestand dicht	4050-5050	3050-4500	3000	1350-1700	1300-1400	1200	Röhrlicht 1960: 0,8-1,1 bei 1:2500!	1973: 0,83- 1,31	
Sumpfloch mit Moor- wasser bis 15cm tief	3500-4000	2500-3000	3000	1200-1250	800-1000	700-900			
ufernahe Wasserober- fläche(bis 25cm tief) mit sandigem Boden	6000-7000						keine Differenzierung		
leichte Wellenbewe- gung	7500-8500						Tendenz: 0,48 -0,49		
noch nicht entwik- kelter Rohrkolben	6500-7000			2600-2700					
Rohrkolben mit An- moor	8500-9500			1600-2200					
junge Weide	9000			2100-2150					
Streuwiese, gemäht im Herbst des Vor- jahres	7000-7500	6000-7500	6000-7000	2000-2100	1300-1400	1300-1400 ungemäht: 700-900 fr.gemäht: 1100-1200			
Moosfläche, klein- räumig -> alt -> grün				1100-1200 1600-1650					
Kleinseggenanmoor Schwankungsbreite auf 10m-Profil				950-2100			0,4-0,8 nicht brauchbar		

Lage, Standort (Ökotoxop) Pflanzengemein- schaften	Beleuchtungsichte (cd x m ⁻²)	Mittelwert - Grauton mit Auflichtdensito- meter (Quanta Log-RD-100)	Dichte - Vergleichswerte u.a. Daten
	1.5.76- 8.5.76	20.9.76- 23.9.76	8.10.76- 10.10.76
<u>Löwenzahnwiese in Blüte</u>	1800-2000 (1700-2200)	1300-1400	Kohldistel- wiese, abge- blüht: 1100-1250 abgemäht: 1500-1600
mit Gänseblume	2200-2300		(Durchlicht,Steiner 1961; Ideale Schwär- zung Fettwiese 0,76)
mit blühendem Schierling	2900-3100	1100-1250	
mit Blattpflanzen	1100-1200		
mit stark verkrauteten "	1500-1700	1500-1600	
Löwenzahl allein	1700-1800		
mit blaugrünem Gras	2000-2100	800-1000	auf Traktor- mähstreifen
mit hellbraunem Gras		1100-1200	0,38-0,52 Werte wegen ungenügender Aussage verworfen, Maßstabs- einfluß deutlich (=Auflösung)
mit hellgrünem Gras	1600-1900	1200-1300	

<u>Sumpfwiese,moorig</u>	1200-1400	900-1100	900-1100
mit offenen Naßstellen	1000-1100		auf Erosions- standort in
mit Sumpfdotterblume	3600-3700		Hanglage;über
über Blüte direkt			Rinnen:
mit halbtrockenen Rand- zonen	2000-2100		700-800
mit Carex/Binsen			750-800
Staubnässe!			

<u>Fichtenbestand</u>			
Jung (hellgrün)	1750-1850		
Einzelnaedel	um 1600		
tot mit braunen Nadeln	1000-1100		
durchschnitt eines	2000-2100		
mittleren Bestandes			

Rasen mit Klee,kurz	1400-1600	1100-1200	
(in Neuhaus)	1000-1300		
mit Blumen (Gänsebl.,etc)	1900-2000		

<u>Torferde, offen, abge- troeknet</u>	700- 800		

<u>Humusgartenerde, trocken</u>	3000-3100		

Tilke Gmund - sidwestl. Gasse	abhängig von Einzelpflanzen - siehe Profil	nicht differenziert meßbar	

Dichtevergleichswerte:
Mai 1976:
 Roter Ziegel:2800-3000
 Kiesweg: 5200-5500
 Asphaltstr.: 4500-6000
 (je nach Belag - 8000)
 Futterwiese bis 35cm Hs-
 he ohne Blüte:1500-1700
 Sandhaufen: 5600-6000
 (Flug 1973; D 0,43-0,60
 im Bild bei Auflichtmes-
 sung)
Herbst 1976:
 Almtrockenrasen:
 1100-1200
 Trockenrasen in SO-Lage:
 mit 10° Hangneigung:
 1400-1500
 mit Dornbüschen: 1000

Sonnenhöhen auf 48° n Br.:
 11° 12° 13°
 am 7.5. : 55° 57° 55°
 am 22.9. : 39° 41° 39°
 am 8.10.: 33° 35° 33°

Wetter am Aufnahmetag:
Mai 1976:
 Hochdrucklage, mehrere Tage
 trocken, um 20°C;

September 1976:
 sonnig, freier Himmel,
 nach Nachtfrost, trocken,
 15°C;

Oktober 1976:
 Föhnlage,trocken,freier
 Himmel, bis 20°C,leichte
 veränderliche Schleier;

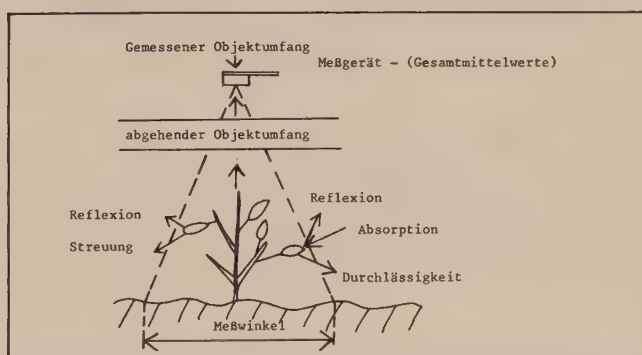


Abb. 27 „Der mit dem Luxmeter gemessene Objektfang“

(Im PhAR-Bereich 6–12 %, grünes Licht 10–20 %, rotes Licht 3–10 %, UV unter 3 % (n. Larcher, W., 1973, S. 26)

(PhAR = photo-synthetic active radiation im Bereich 400–700 nm)

(Entwurf: K. Stöcklhuber)

Zu beachten ist überdies die Strahlungsselektion, die von Gates (1965) am Beispiel eines Pappelblattes gezeigt wurde (aus Larcher, W., 1973, S. 26)

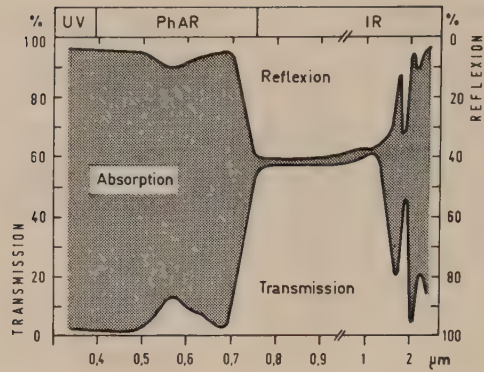


Abb. 28 „Selektion der Strahlung nach Reflexion, Absorption und Transmission am Beispiel von Laubblättern als Kriterium für die mit dem Luxmeter tatsächlich erfaßten Parameter im PhAR-Bereich.“

Asbeck (F., 1976, S. 72–79) bemerkt ebenfalls, daß die IR-Strahlen im Blatt nicht völlig absorbiert werden (siehe auch Schneider, K. H., 1977, S. 296).

6.3.4. Geländeprofile und Luxmeterdaten von ausgewählten Ökotoen

Kleinseggenmoor

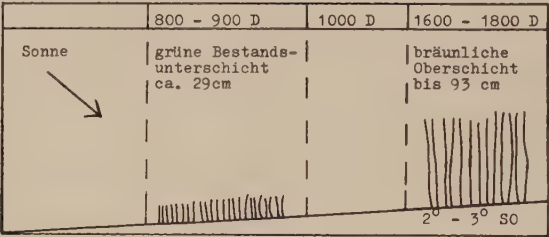


Abb. 29: Sept. 1077 (20 Leuchtdichtemessungen) – Messungen ohne abgeblühte Oberschicht 640–900 D; bei Wind Halmneigung; Mittelwert Senkrechtmessung 1300–1400 D

Naßwiese

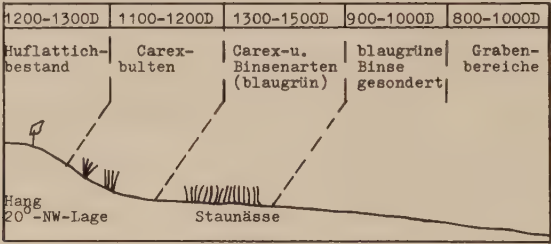


Abb. 30: Sept. 1977 (30 Leuchtdichtemessungen) – Verkrautete Kohldistelwiese bis 35 cm Wuchshöhe 1120–1600 D (im Mitlicht); Mittel um 1300–1400 D

Tilke

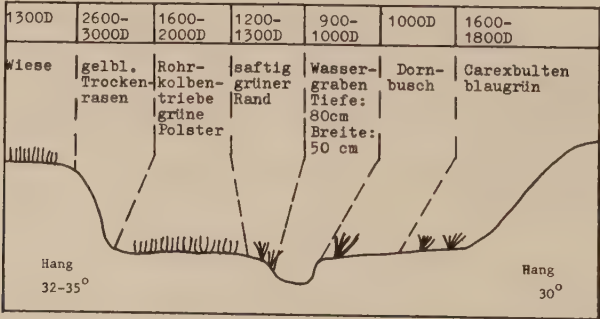


Abb. 31: Mai 1976 (20 Leuchtdichtemessungen)

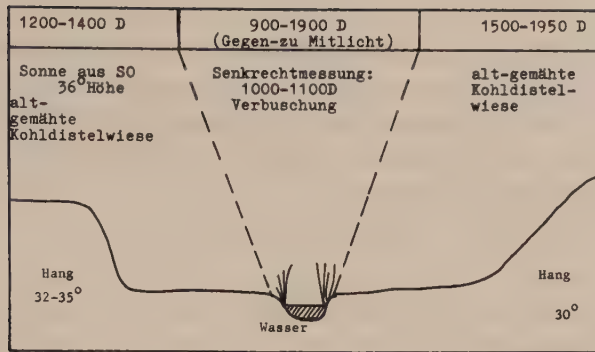


Abb. 32: Sept. 1977 (30 Leuchtdichtemessungen)
Wetter sonnig; Boden naß – vor Messung tagelang Regen

6.3.5. Bemerkungen zu den Luxmeterdatentabellen:

Röhricht:

Zur Messung:

Daten vom Herbst 1977; 50 Messungen bei Föhnlage. Die Begehung war wegen einer ca. 90–100 cm hohen Unterschicht und einer bis zu 3 m hohen Oberschicht äußerst schwierig. Daraus ergab sich, daß mit zunehmender Bestands- und Höhendichte das Luftbild von steigendem Wert ist. Der Einsatz vom Beobachterblickwinkel aus ergibt eine Grenze, wovon der Einsatzgewinn abhängig ist; z. B. für Bestände ab 1 m Höhe ist das Luftbild wirksamer, bei Wiese bis zu 1 m Höhe jedoch unergiebig.

Aussagebeurteilung:

Die D-Werte = Messungen, sind auch maßstabsabhängig wegen des Verhältnisses von Meßöffnung zu Genauigkeit. Durchschnittlich höhere Meßwerte („Verdichtungseffekt“) mit zunehmend kleinerem Maßstab (zunehmend kleinere Meßblende notwendig) sind daher zu verzeichnen.

Zu beachten: Sommer 1976 – Trockenjahr

Die herbstliche Annäherung der Werte ist bemerkenswert. Bei gleichem Objekt, ähnlicher Einstrahlung und gleichem Meßzeitpunkt sind ähnliche D-Werte bei Pflanzengemeinschaften der montanen bis subalpinen Flora zu erwarten.

Am 23. 9. 76 war noch keine Streuwiese gemäht. Die Dichtedifferenzen im Herbst betragen teils nur noch 50–100 zwischen vertrockneten und grünen Blättern. Festgestellt wurde eine Nivellierung der Reflexionseigenschaften mit dem Fortschreiten der Jahreszeit, aber auch eine Zunahme des Bildkontrastes. Eine Abhängigkeit von der Photosyntheseleistung, Verfärbung und Einstrahlung ist anzunehmen. Besonders zu beachten ist die regionale Gültigkeit.

Kleinseggenmoor:

Die Bodenwindeinwirkung verändert nicht nur die Dichtewerte, sondern auch das Texturbild (siehe dort!), ein Umstand, der mehr Beachtung finden sollte².

Kohldistelwiese:

Die Herbstwerte 1976 gleichen denen von 1977, obgleich 1976 ein Trockenjahr und 1977 ein Feuchtjahr war. Die Bodenfeuchte nimmt offensichtlich in diesem Falle wenig Einfluß auf die Dichtewerte – entscheidend scheint vorrangig die Struktur der Vegetationsoberfläche (vgl. Canopymodelle!), besonders bei dichten Beständen.

² „Wellenkräuseln kann im Mitlichtbereich u. in d. Bildmitte in der Bildwiedergabe von Wattoberflächen eine Trennung von wassergefüllten Mulden und wasserfreien Bankstrukturen stark erschweren u. sogar verunmöglichen“ (mündl. Mitt. von Wiezcorek, U., 1980). Wörtliche Niederschrift!

Fichte:

Vitalität, Benadelung, Dichte und Häufigkeit der Blätter bestimmen den D-Wert. Bei kleinen (bis 30 cm Höhe), dünnadeligen Bäumen ist kaum ein Unterschied zu Rasen feststellbar. Kleine Fichten liefern D-Werte, die einem Rasen ab etwa 10 cm Höhe mit D 1400–1500 entsprechen. Allerdings treten auch bei niedrigen Pflanzen bereits „mischende Einflüsse“ mit zunehmender Meßhöhe und Nivellierung der Werte, gegenüber der kleinräumigen Differenzierung auf.

Weitere, zu beachtende Kriterien (siehe auch Abschnitt Textur Punkt 8.3.3.):

Die Bestandsdichte (Zahl der Halme/m²) kompensiert die an sich anzunehmende (vgl. Steiner 1961, S. 25) Reflexionsintensität, da nicht die Schattenflächen vergrößert werden, sondern die „äußere tätige Oberfläche“; dieser Begriff ist aus dem Forstlich-Mikroklimatischen Bereich schon lange bekannt, aber mit anderem Begriffsinhalt. Er dürfte nun auch Anwendung und Eingang in der Luftbildauswertung finden. Nach Geiger (1961, S. 286; von A. Woeikof) kann von einer „äußeren tätigen Oberfläche“ gesprochen werden, die etwa der Vegetationsoberfläche entspricht und (wesentlich für bodenkundliche, manchmal ans Akrobatische grenzende Interpretationsversuche) in vieler Hinsicht die Rolle der Bodenoberfläche übernimmt. In einem Altbestand ist es die Baumkronenoberfläche, oder der sogen. „Kronenbaum“, in einem Röhrichtbestand, bei großer Halmdichte, sind es die Blüte und die obersten Blätter; die luftbilderkennbare „Eindringtiefe“ liegt bei 30–50 cm bei dichten Beständen (Wuchshöhen bis 4 m), welche letztlich Reflexion, Textur und Grauton beeinflussen. Unterschiedlicher Wärmeumsatz etwa, wird auch veränderte „Ökofeldwirkungsgrenzen“ haben (siehe Abgrenzungsproblem), die sich im Thermalbild etwa verdeutlichen dürften. Das panchromatische Bild liefert keine Aussage zu solchen Spezialfragen.

6.3.6. Beurteilung der Luxmetermessung:

a) Unter praktischem Aspekt:

Der Verwendung des Luxmeters im Gelände steht bei größeren Gebieten ein ungünstiges Verhältnis von Aufwand und Ergebnis entgegen (Zeitaufwand pro Meßreihe/Objekt 7–10 Min.). Der praktische Einsatz kann aufgrund der eigenen Erfahrungen ergänzend und vor allem synchron zu Neubefliegungen empfohlen werden (Charakterisierung von Mikrostrukturen).

b) Unter theoretischem Blickwinkel:

Bei allen Messungen trat ein bislang wenig beachtetes Phänomen auf und zwar eine kleinräumige „Abhängigkeit der Reflexion von geometrischen Verhältnissen der Meßstelle“ (siehe auch Richtungsverteilung, Bildortabhängigkeiten, Hildebrandt, G., 1976).

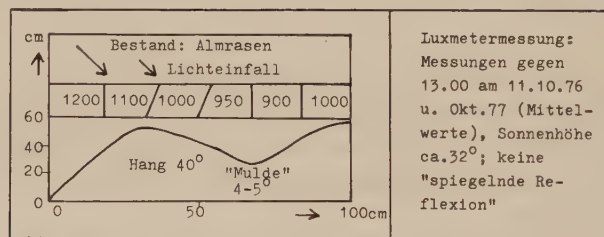


Abb. 33 Kleinräumige Abhängigkeiten des Sonnenstandes und der Hangneigung in Bezug auf die Leuchtdichte.

Dieser scheinbar triviale Effekt bewirkt nun in der Luxmetermessung Wertdifferenzen von 300 D, bei Reliefunterschieden von max. 15 cm im Gelände, gleicher Pflanzengemeinschaften und näherungsweise gleicher Wuchshöhe. Nimmt man eine mikrodensitometrische Messung in einem großmaßstäbigen Bild vor, so wird man Kurvencharakteristiken erhalten, die irrtümlich als eine andere kleinräumig vertretene Pflanzengemeinschaft angesehen werden könnte, da derartig feine Höhendifferenzen stereoskopisch nicht identifizierbar sind.

Wiezcorek fand (mündliche Mitteilung) 1977 ähnliche Abhängigkeiten und Feinstdifferenzierungen bei Untersuchungen im Rahmen des FMP-Testgebietes „Watt“ (Nr. VI) bei Wilhelmshaven. Versuche mit

Negativen 1:10 000 erbrachten keine gesicherte Kurvencharakteristik im konkreten Fall. Die Differenzierung der Grautoninformation im Luftbild ist geringer als die im Gelände nachweisbare Information. Dies kann in Zusammenhang (neben der Maßstabsfrage) mit der erwähnten „tätigen“, oder genauer als „informationsliefernde“ Oberfläche bezeichneten Tatsache und deren Geometrie stehen, sowie der sich mehrfach bestätigten Tatsache (vgl. Haefner, H., 1974a, S. 59), daß der panchromatische Film mit dem Verfahren der Densitometrie keine befriedigende Separierung liefern kann. Dieser Umstand begrenzt den Informationsgehalt des Mikroreliefs der Erdoberfläche im panchromatischen Film. Eine Identifikation des Mikroreliefs wird somit über die Schwärzung äußerst problematisch.

Im forstlichen Bereich kam Kenneweg (H., 1970) zu dem Ergebnis, daß für Streßsituationen an Waldbeständen der Grauton ein ungeeignetes Kriterium ist. Er führt an: „Helligkeitsunterschiede, die schon am Objekt nicht besonders groß sind (er hat diese Behauptung nicht durch Geländemessungen belegt!), werden durch Einflüsse des Luftstreulichtes so stark vermindert, daß sie auf dem Bild nicht mehr interpretierbar sind“ (ebs. S. 284). Diese Aussage ist umzuformulieren in: Helligkeitsunterschiede, die unter Freilandbedingungen sehr groß und räumlich sehr stark differenziert sein können, werden durch eine ungenügende Separierung des panchromatischen Filmes, durch Verluste bei Kopiervorgängen und durch Einflüsse des Luftstreulichtes so stark vermindert, daß sich auf dem Bild (Positiv und Negativ!) auch über mikrodensitometrische Messungen nicht mehr interpretierbar sind, da das Bild diese Information nicht mehr enthält.

Gänzlich problematisch wird es bei PAN-Filmen, wenn weiterhin der Umstand der „spiegelnden Reflexion“ in die Analyse einbezogen wird, die z. B. bei vielen Pflanzen mit spezifischer Blattstellung wirksam wird (nach Colwell, R. N., 1956; Ryker, H. C., 1933; Kenneweg, H., 1972).

Die Abhängigkeit der Helligkeitskontraste

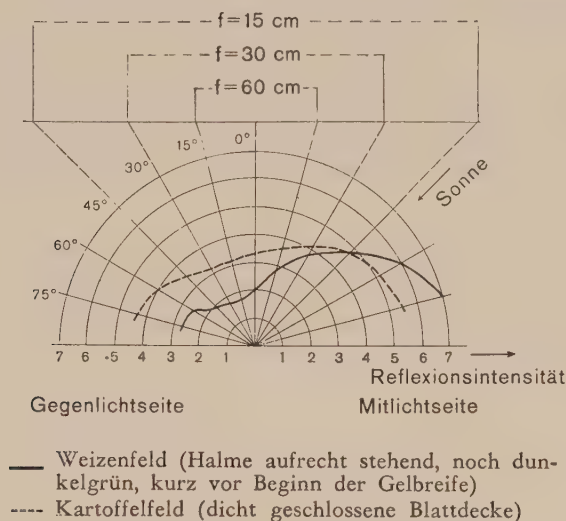


Abb. 34 Die Abhängigkeit der Helligkeitskontraste – Normalfall (Kenneweg, 1972, S. 58, Abb. 16 nach Meienberg, 1966)

„Die Abhängigkeit der Helligkeitskontraste von der Abstrahlungsrichtung zwischen einem Kartoffelfeld (geschlossene Blattdecke, wenig ausgeprägte Raumstruktur) und einem Weizenfeld (aufrecht stehende Halme, ausgeprägte räumliche Struktur), dargestellt durch Reflexionsverteilungskurven in der zur Erdoberfläche senkrechten Einfallsebene der Sonnenstrahlung (Sonnenhöhe = 42°, ausgezogene Linie = Weizen).“ „Die Kreisbögen bedeuten relative Stufen der Reflexionsintensität, wobei die senkrecht nach oben gemessene Remission des Weizens gleich 2 gesetzt wird“ (aus Kenneweg, H., 1972, S. 58).

Wesentlichen Einfluß hat die „spiegelnde“ Oberfläche bei Pflanzenarten mit „glänzenden“, wachsartigen Blattoberflächen, wie bei zahlreichen Kräutern, Stauden und Gräsern mit gekrümmten Blattflächen.

Nach Eimern (J. v., 1971, S. 25):
 Je geringer der Auftreffwinkel der Sonne ist, um so größer kann die spiegelnde Reflexion werden“. Mit der „Spiegelnden“ muß daher immer gerechnet werden und zwar als zufällige Schwärzung (Gierloff-Emden, H. G., 1970, S. 187)!

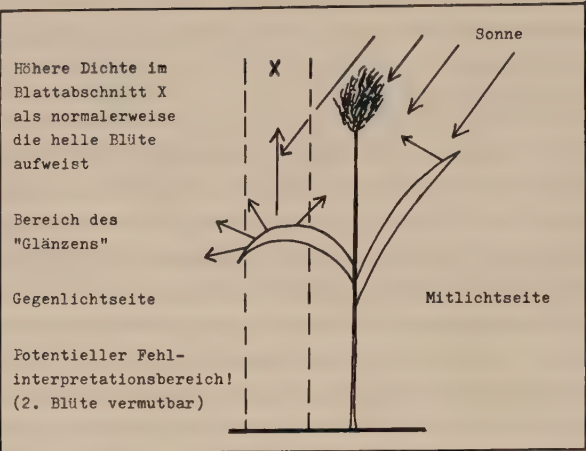


Abb. 35 Einfluß der spiegelnden Reflexion am Beispiel „Phragmitetum communis“
 (Entwurf: K. Stöcklhuber)

7. Densitometrische Untersuchungen und Ergebnisse am Beispiel „Röhrlichtzone“

7.1. Zur Methode der Densitometrie:

Zur Überprüfung der Geländemessungen und des Aussagewertes des Faktors Grauton in Bezug auf bestimmte Ökotope wurden ergänzende Methoden eingesetzt: Messungen mit dem PRT-5-IR-Thermometer, an Tagen mit ungehinderter Einstrahlung; Bildmessungen mit den Densitometern RD-100 und TD-100A, sowie dem Mikrodensitometer Joyce-Loebl-Mark III.

Die Ergebnisse der PRT-5-Messungen mußten verworfen werden, da für PAN-Filme keine ausreichenden Beziehungen Gelände-Bild-Dichte gefunden werden konnten. Dies bestätigt unter anderem auch Schneider (Messungen an der Saar, 1971), der nur eine sinnvolle Anwendung in Verbindung mit Thermalscannern sieht. Auch hierbei ergibt sich zwar eine relative Verwertbarkeit des Grautons, eine exakte Zuordnung zu irgend einem Objekt stößt jedoch auch hier auf ungelöste Probleme (siehe auch Gierloff-Emden, Rust, 1971).

Eine bedingte Annäherung an die Problemlösung „Dichte-Objektzuordnung“ fand Akca (A., 1971, S. 147). Seine Ausführungen berechtigen aber aufgrund der Vielfalt von nicht ausgewiesenen Einzelfaktoren zur Annahme, daß seine Kurven ebenfalls nur relativen Wert besitzen. Dieser Umstand konnte bis heute letztlich nicht gelöst werden. Für landwirtschaftliche Monokulturen stellte Haefner 1974 anhand von Coloraufnahmen charakteristische Kurven auf und verdeutlichte deren Maßstabsabhängigkeit, wobei Bildmaßstäbe von 1:5000 bis 1:12000 besonders geeignet erschienen.

Es ist hier nicht die Aufgabe „image processing“ und „pattern recognition“ in Konsequenz zu betreiben. Trotzdem war es von Interesse nach charakteristischen Kurven für bestimmte Biotope zu fahnden, um eventuell auf diesem Weg zeitliche Veränderungen fixieren zu können.

Hierbei interessierte hauptsächlich die Frage, ob bei der enormen Artenvielfalt spezifischer Biotope ähnliche Charakterisierungskurven aus dem PAN-Film mikrodensitometrisch auffindbar und zuverlässig sind, da sie sich in ihrer Varianz doch erheblich von den als ideal zu betrachtenden, bislang untersuchten Monokulturen unterscheiden.

Eine besondere Schwierigkeit bestand im Nichtvorhandensein von Transparentkopien bester Qualität, eine Grundforderung Haefners (1974). Obgleich in der gesamten Arbeit nicht von idealisierten Bedingungen ausgegangen werden konnte, sondern multitemporale, nicht immer exakt überprüfbare Voraussetzungen als unveränderlich gegeben anzusehen waren, waren die Versuche dennoch wertvoll¹.

7.2. Praktische Arbeiten mit dem Mikrodensitometer

7.2.1. Arbeitsvoraussetzungen

Es standen keine Originaldias zur Verfügung, weshalb versuchsweise einige im Fotolabor rückwirkend hergestellte Transparente und Teilvergrößerungen von Negativen, auch aus Kostengründen, Verwendung finden mußten. Ein theoretisch betrachtet ungewöhnlicher Arbeitsansatz (erstmalig Steiner, D., 1961, nur für Nutzungsklassen), nach zahlreichen Informationen (Photogrammetrie München, u. a. freundliche Mitteilung 1977) jedoch sehr praxisnah (60–70 % des Bildmaterials wird im Negativ verarbeitet).

Unter dem Aspekt Entwicklung kostengünstiger Verfahren (ein ganz entscheidender Faktor etwa für planerische Anwendung) erschien diese Methode einer näheren Untersuchung wert, dies entspricht auch Grundsätzen ökologischen Arbeitens, wie es der Verfasser versteht – kurz „naturnah“, nicht idealisiert. Gemäß der Betonung von Qualitäten und Tendenzen können, und das stand im Arbeitsansatz außer Zweifel,

¹ Die Ergebnisse aus weiteren 100 Messungen mit den Densitometern RD-100 und TD-100A wurden wegen zu geringer Aussagekraft verworfen (Gründe: mittlere Abweichung von 0,3–0,5D, infolge Einfallswinkels, Kopiervorgängen, sowie Probleme des Radial- und Parallelsystems des Schattenfalles – siehe auch Schneider, S., 1974, S. 137 und eigene Beobachtungen, K. Stöckhuber, 1975, S. 40).

ebenfalls nur Tendenzen ermittelt werden, ganz abgesehen vom großen Unsicherheitsfaktorenkomplex (Entwicklungsvorgang, Entwickler, Gradationsunterschiede, etc.) durch die fotografischen Umarbeitungsprozesse.

7.2.2. Eingesetztes Gerät: (ohne Stereozusatz)

Gerätedaten: Hier eingesetzter Dichtemeßbereich 1,80 D und 1,10 D; Übersetzung 1:2; Auflösung $1 = 1/22 \times M$;

Meßöffnung 0,9 mm über 40 m, wenn z. B. Pflanzenblüte 10 cm im Ø.

„Das Meßprinzip des Joyce-Loebl-Mikrodensitometers Mark III beruht auf einem Doppelstrahlssystem“ (Haefner, H., 1974, S. 60).

7.2.3. Gerätemängel und Fehlerquellen:

- Kein ganzes 23×23 cm Bild in einer Meßstrecke zu verarbeiten, da Meßstrecke zu kurz,
- Exakte Einrichtung nach mm-Einleitung unmöglich, da Koordinatenkreuz ungenügend und Einspannvorrichtung nicht dementsprechend gestaltet ist,
- Schreiber (unpräzise Halterung) und Papierablauf nicht ausreichend kontinuierlich,
- Keine einwandfreie Calibrierung des Gerätes möglich, daher bestimmt die Variable bei D-Messungen allein das Objekt (ein wesentlicher Anlaß zur Entwicklung der Scannertechnik im Sinne einer zunehmend automatischen Auswertung),
- Probleme der Bildortabhängigkeit der Abbildung ein und desselben Objektes (siehe Hildebrandt, G., 1976), daher erhebliche Variationen der Signaturen in Abhängigkeit von der Beobachtungsrichtung,
- Mechanische Einpaßschwierigkeiten stehen in ungünstigem Verhältnis zur vorhandenen meßtechnischen Gerätepräzision,
- d. f.: geräteimmanente Fehlerquellen sind möglich, die Messungen daher auch nicht eindeutig, die Leistungsfähigkeit und die Aussagekraft beschränkt,
- Bei einem Meßbereich von 1,10 D hat das Gerät eine Ausschlagsungenauigkeit von 0,061 D/cm.

7.2.4. Arbeitsüberlegungen:

Unter den gegebenen Bedingungen erscheint es möglich, charakteristische Dichtekurven mittels Mikrodensitometer zu gewinnen, sofern Veränderungen in Bestandsdichte- und Zusammensetzung, sowie deren Vitalität und jahreszeitlicher Zustand differierend auftritt. Eine Korrelation mit den Luxmeterdaten soll versucht werden, um daraus zu einer Objektidentifizierung zu kommen.

7.2.5. Ergebnisse – gefundene und gemittelte Kurven im Röhrichtgebiet:

Mikrodensitometrisch wurde hierbei die „Schwärzung“ gemessen (nach Schneider, S. 1974, S. 19), die im Negativ bestimmt ist als Größe des Helligkeitswertes, die gegeben ist durch den Prozentsatz des Lichtes, der von der betreffenden Stelle absorbiert wird. Es ist zu beachten, daß helle Bereiche im Negativ dunkel erscheinen und umgekehrt. Als Testökotope wurden gewählt: Uferzone im Zustand 1960 und 1973 im Vergleich, mit folgenden Teilkomponenten: Flachwasser, Röhrichtbestände, Kleinseggenzone, Auwald, besondere Einzelphänomene (Streuwiese, Rohrkolbenstandort).

7.3. Kurvenabbildungen

7.3.1. Kurven aus Luftbildoriginalen (Negative!)

(M 1:10000) 1973 und Vergrößerungen (M 1:2500)

Fälle A1–A4: 1973 – Quermessungen; (vgl. S. 108!)

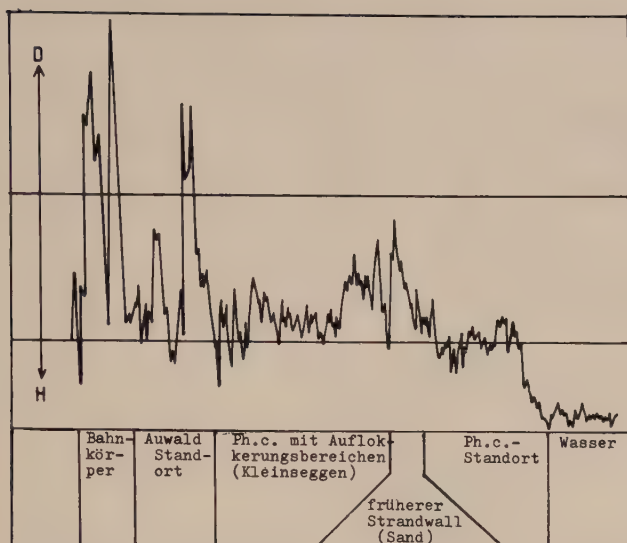


Abb. 36 Fall A1 – Quermessung – 1973

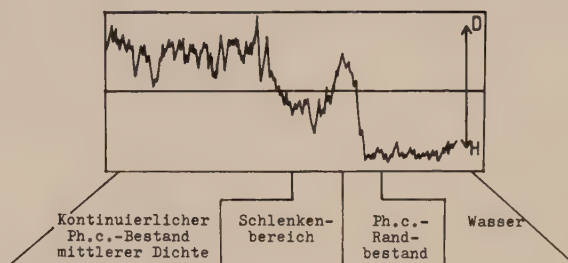


Abb. 37 Fall A2 – Quermessungen – 1973

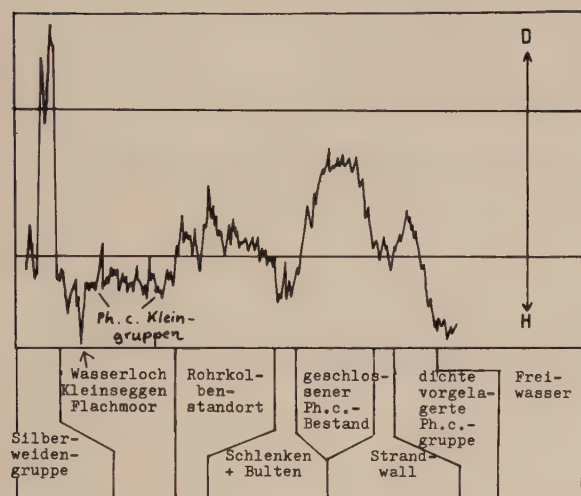


Abb. 38 Fall A3 – Quermessung – 1973

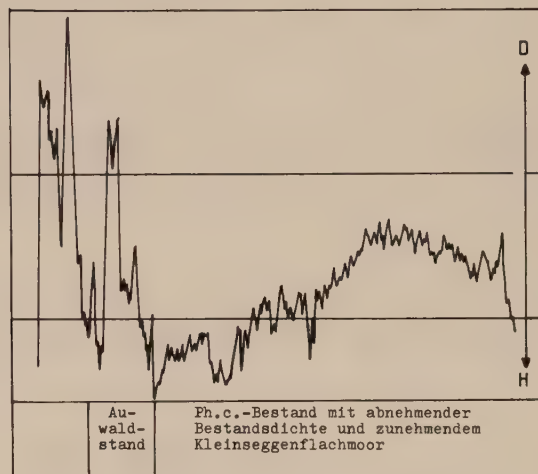


Abb. 39 Fall A4 – Quermessung – 1973

7.3.2. Charakteristische Ökotopkurven aus Teilvergrößerungen (M 1:2500); gemessen im Quer- und Längsprofil²

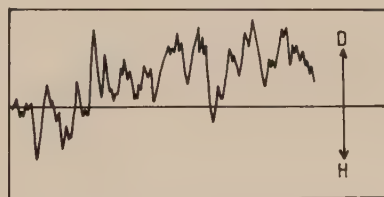
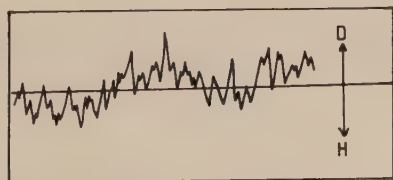


Abb. 40 Kurvencharakteristiken „Röhrichtoberflächen“ – mittlere Daten aus 49 Messungen – 1973

² Zur Diskussion der Kurven vgl. Kap. 7.2–7.9., sowie die einzelnen Kurvenbeschreibungen (z. B. S. 103 ff.). Die hier aufgeführten Kurven dienen besonders der Charakterisierung unter verschiedenen Aspekten (Meßrichtung!). Es zeigt sich, daß altgenutzte (vgl. 1960) Streuwiesen mikrodensitometrisch kaum von aufgelockerten Röhrichtbeständen unterscheidbar sind.

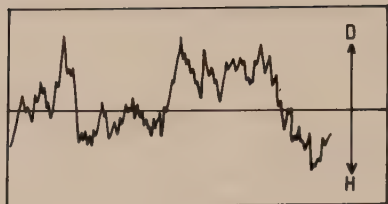


Abb. 41 Kurvencharakteristik von Streuwiesen – mittlere Daten aus 49 Messungen – 1973

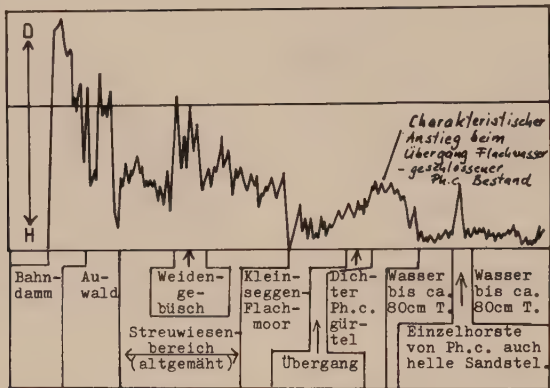


Abb. 42 Gemittelte Kurve aus den Originalnegativen – Uferzone 1973 – Zustand; Maßstab 1:10000; Meßöffnung 0,9 mm über m; Hebelübersetzung 1:2; Zahl der Messungen: 83 – Quermessung

Ändert sich die Bestandsdichte des Phragmitetum communis zu aufgelockerten Horsten, Einzelgruppen, so zeigt sich folgende mittlere Charakteristik der Densitometerkurve (vom Negativ gemessen):

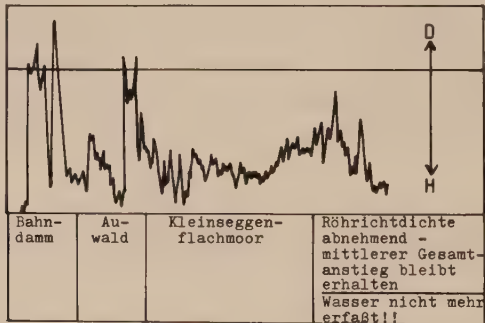


Abb. 43 Mittlere Kurvencharakteristik für Ufer-Bereiche mit schwach entwickeltem Röhrichtbestand und ausgedehntem Kleinseggenflachmoor (Messungen im Querprofil) aus 65 Messungen – M: 1:10000 – 1973

Im Maßstab 1:2500 (Negativvergrößerungen) läßt sich für Biotope im Uferbereich unter den Bedingungen im Bereich Tegernsee folgende eindeutige Kurvencharakteristik ermitteln:



Abb. 44 Kurvencharakteristik der Biotope im Uferbereich 1973 – Quermessung

Meßkurven 1960 von Teilvergrößerungen – Röhrlichtzone mittlere Kurven – 4 Typen;

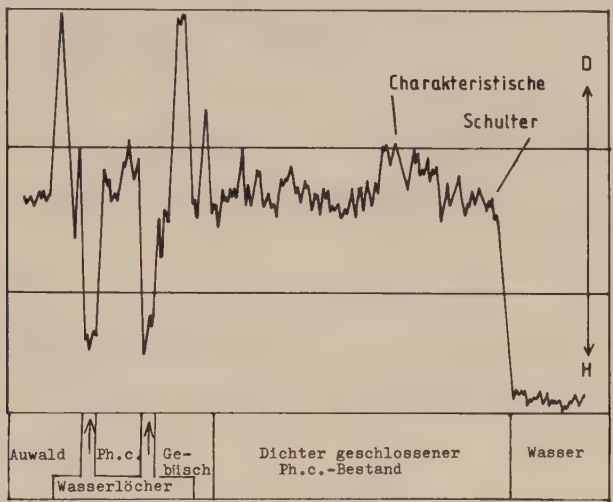


Abb. 45 A1/60 – Dichter, geschlossener Bestand „Quermessungen“

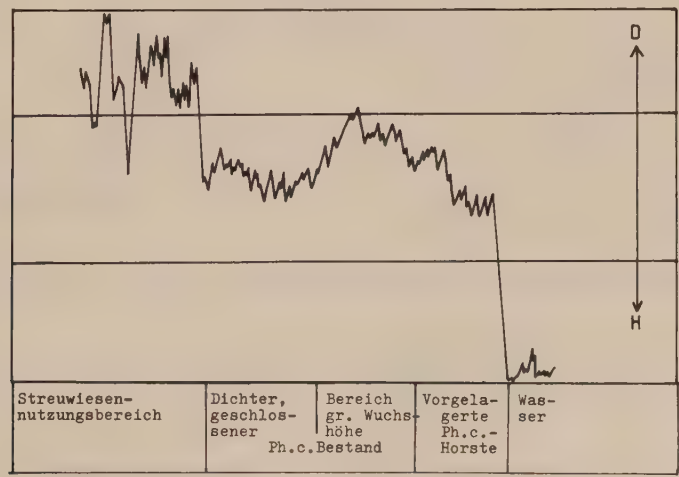


Abb. 46 A2/60 mit horstartigen Randgruppen und Übergang in Streuwiesenbereich „Quermessung“

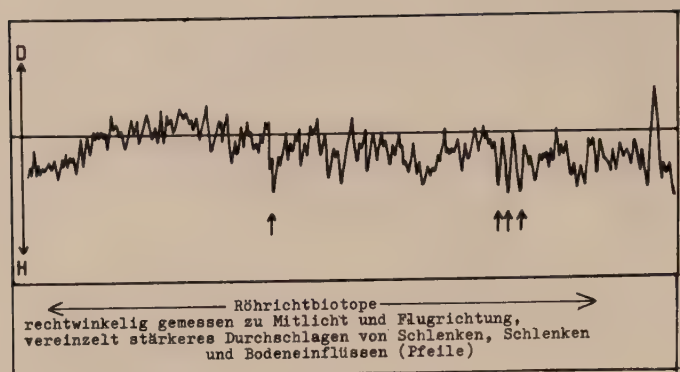


Abb. 47 A3/60 – „Längsmessungen“ durch dichten Röhrichtbestand – mittlere Charakteristik;

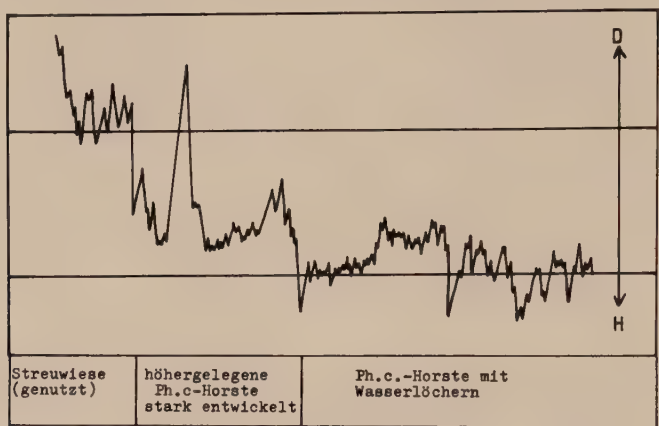


Abb. 48 A4/60 – „Längsmessungen“ durch Streuwiesenbereich

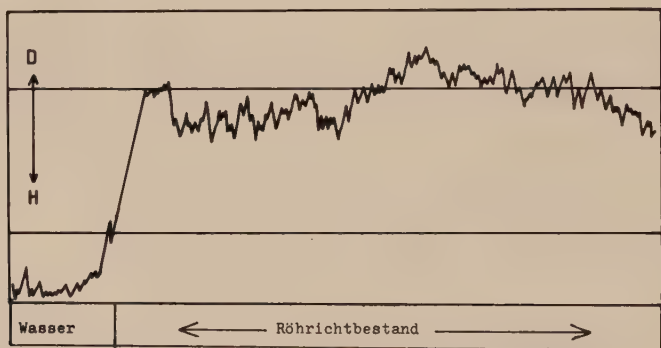
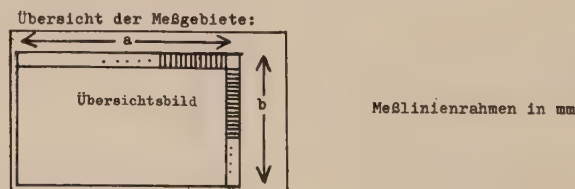


Abb. 49 A5/60 „Längsmessungen“ durch Röhrichtbestand ab Wasserbereich

7.3.3. Bedeutung der Meßrichtung

Entscheidend ist in jedem Fall die Meßrichtung, was hier am Beispiel von mittleren Dichtekurven gleicher Biotope (wie Quermessung) gezeigt werden soll:

Mittlere Kurvencharakteristik bei unterschiedlicher Meßrichtung



- a) „Quermessungen“ gemäß der natürlichen Sukzessionsfolge im Ökotope und richtungsentsprechend mit der Flugaufnahme-richtung und dem Mitlichtbereich.
- b) „Längsmessungen“ durch Einzelbestände

Der Einfluß der Meßrichtung auf mikrodensitometrische Kurvencharakteristiken wurde bislang in der Literatur vernachlässigt. Mittlere Dichtekurven aus je 12 Längsmessungen ergeben 3 mittlere Kurventypen, die keine objektspezifische Charakteristik mit ausreichender Sicherheit mehr zulassen. Es kommt zu einer nichtkontrollierbaren Verflechtung von Dichtekomplexen, beeinflusst von Mit- und Gegenlicht, Aufnahme-richtung und Spiegeln der Reflexion, die nachträglich kaum trennbar sind, sofern nicht vor der Flugaufnahme eindeutige Parameter festgelegt sind.

Es sollen 3 gemittelte Beispiele vorgestellt werden!
(Fälle B1–B3)

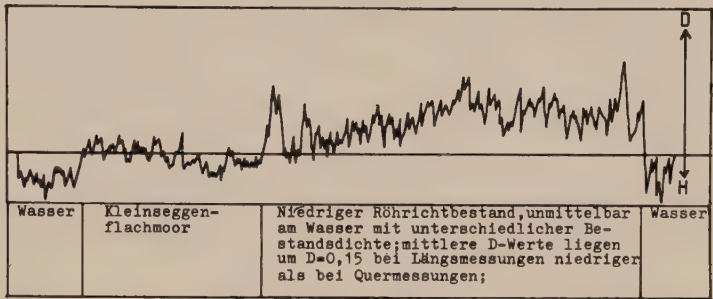


Abb. 50 Fall B1 – Dichtekurve aus Vergrößerungen 1:2500 / 1973 „Längsmessung“ durch Röhrichtzone, rechtwinkelig zum Mitlichtbereich u. zur Flugrichtung; mittlere Kurve aus 12 Messungen (verkleinerte Kopie).

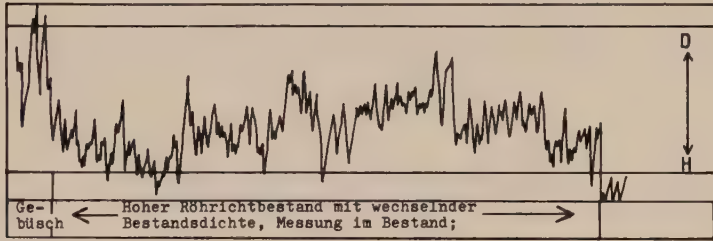


Abb. 51 Fall B2 – Längsmessungen

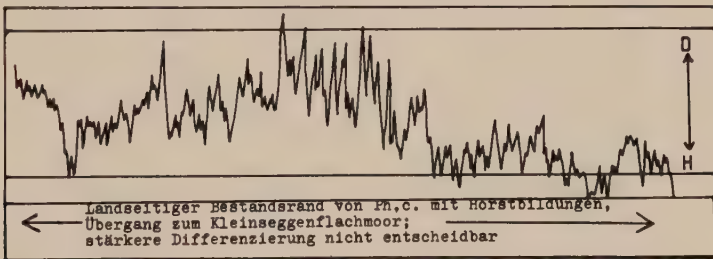


Abb. 52 Fall B3 – Längsmessungen

7.4. Möglichkeiten der Identifikation von Landschaftsveränderungen mittels mikrodensitometrischer Meßkurven:

Wie im vorigen Absatz nachgewiesen, sind eindeutige Aussagen zur Objekterkennung nicht absolut ausführbar.

Aufgrund möglicher Überschneidungen, veränderten Aufnahmebedingungen und verändertem Stand der Technik (Kamera, Emulsionen usw.) treten eine nicht zu fixierende Anzahl von dichtebeeinflussenden

Variablen in im mehrjährigen Abstand aufgenommenen Bildserien auf. Mit steigendem Variableneinfluß verändert sich der Aussagewert von Vergleichskurven.

Im gegebenen Zeitabschnitt, im wesentlichen von 1960–1973 und unbekannten Ausgangsparametern konnte nur in zwei Fällen am Beispiel Röhrlichtzone eine Veränderungstendenz eindeutig bewiesen werden.

Fall I:

Nachweis eines dichteren Röhrlichtbestandes 1960 mit vorgelagerter zweiter Zone; 1973 dagegen randliche Aufdünnung und Verschwinden der vorgelagerten Zone (vgl. Fälle A/73).

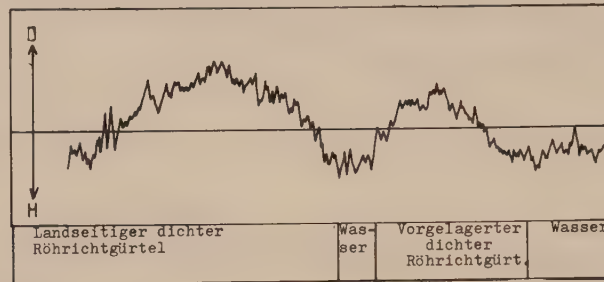


Abb. 53 M 1:2500 – Teilvergrößerung eines Negativs – 1960 (verkleinerte Kopie)
Die Kurvenoberfläche berechtigt die Annahme einer Bestandsverdichtung gegenüber 1973

Fall II:

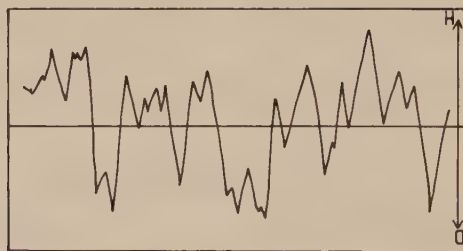


Abb. 54 Verschmutztes Wasser mit Algenwatten (ähnliche Wirkung auf D-Kurvencharakteristik wie Schwimmblätter – siehe dort) – stark eutrophiertes Seewasser 1960

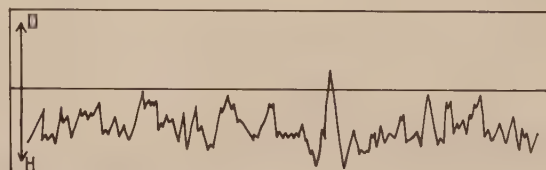


Abb. 55 Relativ sauberes (mesotropher Zustand) Seewasser 1973

7.5. Mittlere Kurven für weitere Ökotope und -teile:
(aus jeweils 50 Messungen gewonnen)

1. Kohldistelwiese, voralpin;
2. Ehemals bearbeitetes (Torfstich) Moor mit ausgeprägtem Baumbestand;
3. Anmoorige Naßwiesen, voralpin;
4. Anmoorige Naßwiesen, voralpin, mit Dränagen;
5. Streuwiese, frisch bearbeitet mit Traktorspuren;
6. Seerosenstandort;

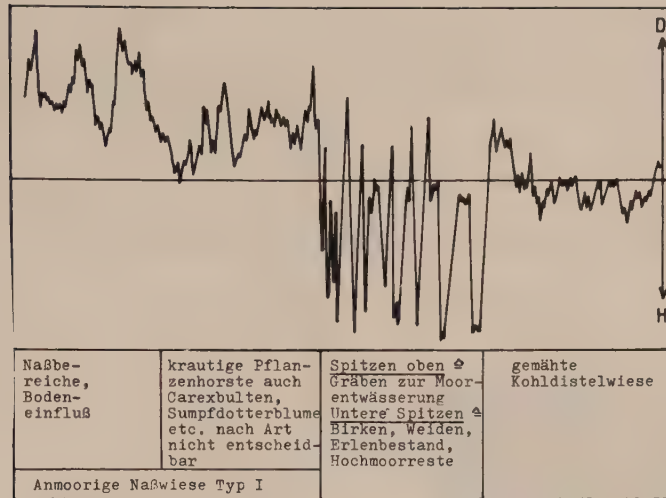


Abb. 56 Mittlere Kurven zu 1), 2) und 3)
siehe oben

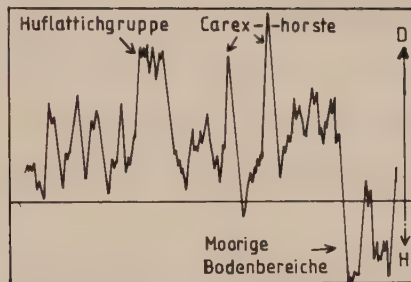


Abb. 57 Profilkurve „Naßwiese“ Typ II, mit ausgeprägten Carexhorsten und Huflattich

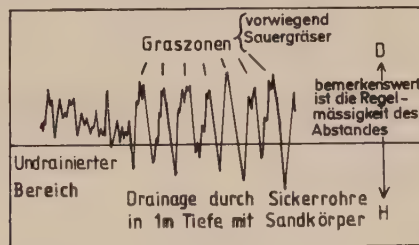


Abb. 58 Zu 4) – Dränagierte Naßwiese

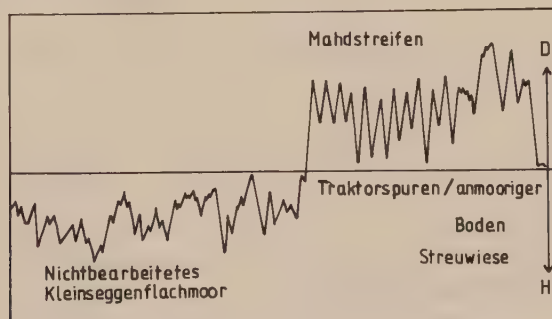


Abb. 59 Zu 5) – Frischbearbeitete Streuwiese mit Traktorspuren M 1:2500

6. Beispiel Seerosenstandorte

– Kurven aus M 1:2500 – *Negativteilvergrößerungen 2*

mittlere Kurvencharakteristiken in Abhängigkeit von Bestandsdichte, Schwimmblattgröße und Blütenzustand

– ermittelt aus je 18 Messungen

Typ I:

Mitlichtaufnahme, im vollen Blühzustand mit ausgeprägten Schwimmblättern

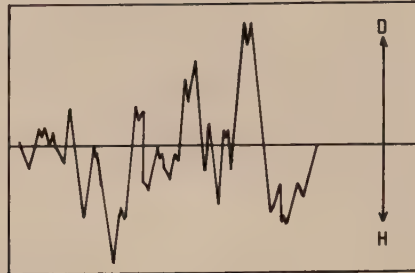


Abb. 60 Seerosenstandort – Mitlichtaufnahme

Typ II:

Gegenlichtbereich, nur vereinzelt Blüten – Seebinsenstandort benachbart.

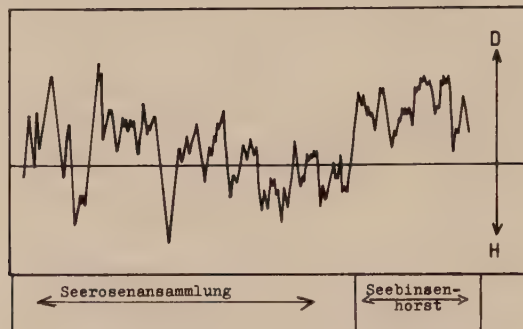


Abb. 61 Seerosenstandort – Gegenlichtbereich

Die Dichtekurven der Seebirse geben (dünne, dunkelgrüne Halme) ein geschlosseneres Bild, obwohl demgegenüber die Seerosen eine weitaus größere Blattfläche aufweisen.

Es liegt der Schluß nahe, daß die Blatt- und Halmgröße nicht unbedingt relevant zum Dichtekurvenbild ist (siehe auch Gausmann, H. W., 1973, S. 313).

Das bedeutet, daß bei stärkerer Vertikalausbildung einer Pflanzengemeinschaft die „tätige Oberfläche“ $\hat{=}$ „luftbildwirksame Oberfläche“ die tatsächliche Bestandsstruktur im Bild nivelliert erscheinen läßt.

Das heißt ferner, daß bei Wuchshöhen, im Beispielfall bis zu 25 cm Wuchshöhen (Blütenhöchstpunkt), die Differenzierung der pflanzlichen Einzelobjekte im Luftbild anzusprechen ist; darüber hinaus aber nur ein durchschnittliches Textur- und Dichtebild entsteht.

Fall B

Wuchshöhen über 25 cm, dichte Halmstruktur

Fall A

Wuchshöhe bis 25 cm, flächige Blattstruktur

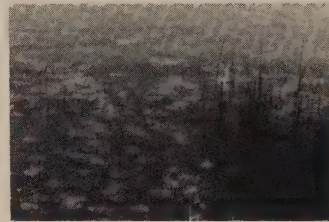
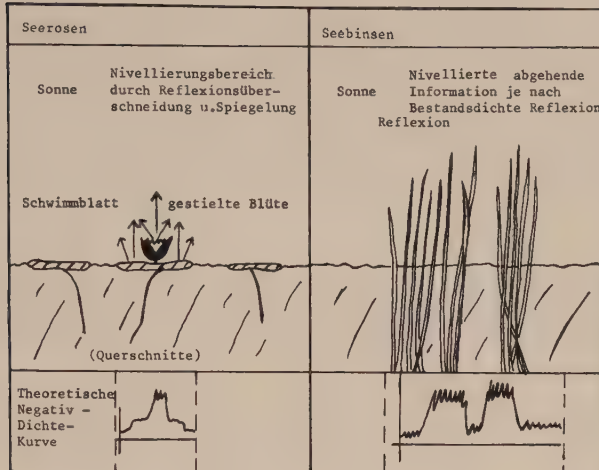


Abb. 62 Seerosen – Seebinsen – im Vergleich

Deutlich gegliederte pflanzliche Objekte liefern deutlichere Tendenzen bezüglich der Dichtekurve; beeinflussend wirkt sich auch die Größe der Sproßteile aus.

7.6. Ähnliche Kurvenverläufe, die eine Objektidentifizierung im mathematischen Sinn einer Eindeutigkeit nicht zulassen

Durch Vergleich aller mittleren D-Kurven untereinander ergab sich eine Unsicherheit bei der Objektidentifikation in ca. 30 % aller Fälle, und zwar auf Grund von Kurvensynonymien. Eine isolierte Betrachtung von mikrodensitometrischen Kurvenabschnitten ohne ausreichende Objektkenntnis führt zu Fehlinterpretationen.

Einige ausgewählte Beispiele:

Vergleich Bootssteg in der Röhrichtzone mit ähnlicher D-Kurvencharakteristik, wie Straßen, Bahndämme, einzelne Ph.c.-Horste;

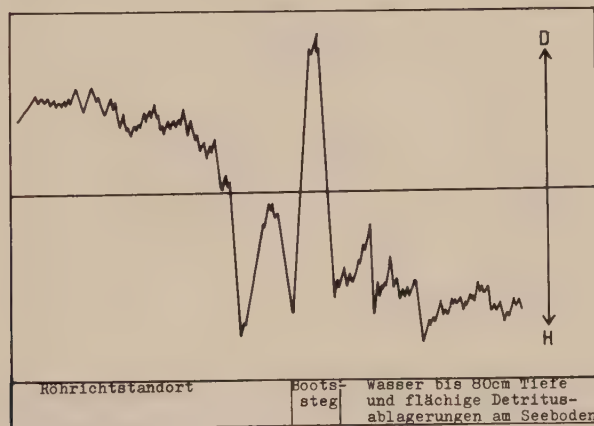


Abb. 63 D-Kurvencharakteristik – Bootssteg in Röhrichtzone³

³ Ähnliche Kurvencharakteristiken fand Verger, M. F., 1973 (in: Gierloff-Emden, H. G., 1980, „Geographie des Meeres“ Bd. 2, de Gruyter, S. 985, Abb. 11.1 b) durch Messungen der einzelnen Streifen der Küstenlandschaft jedoch für multispektrale Aufnahmetechnik.

Dazu ähnliche Kurven:

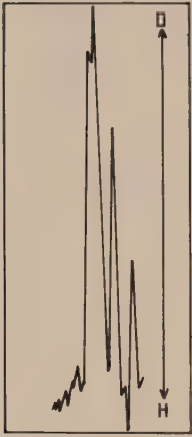


Abb. 64a Sandweg

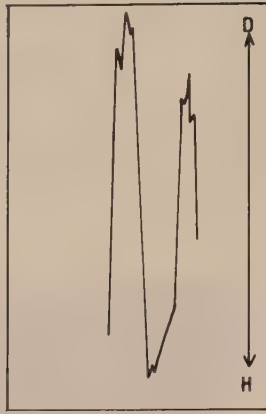


Abb. 64b Moorbiotop
mit Torfabbau und Wald

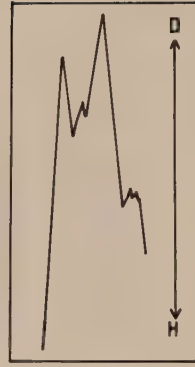


Abb. 64c Bahndamm

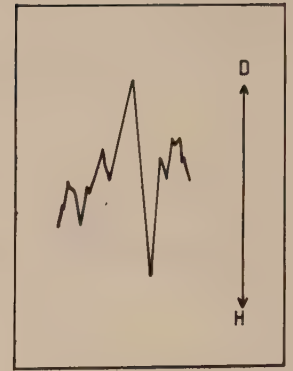


Abb. 64d Wassergraben

7.7. Spezifische Kriterien, die für die Beurteilung der vorgelegten Densitogramme zusätzlich bedeutsam sind

a) Wasserflächen:

Für die Entscheidung über Wasserqualitäten ist die Gesamtreflexion wichtig und (Scherz, J. P., 1973, S. 894) „Photogrammetry does not eliminate ground surveying, well-placed ground survey points are still needed“ (vgl. auch Klemas, V., et.al., 1971, S. 932). Gleiches gilt für Densogramme von Pflanzengemeinschaften (siehe auch Ducruc, I. P., Zarnovican, R., 1974, S. 419; Klemas, V., 1971). Hassenpflug faßt zusammen (BfLR, H. 11, 1973, S. 19): „... die Zuordnung eines bestimmten Punktes im Luftbild zu einer bestimmten Intensitätsstufe der Wasserprägung (zu ergänzen: und der Prägung von Feuchtgebieten) ist nicht eindeutig möglich, sondern hängt von der Aufnahme ab, die man der Zuordnung zugrundelegt“.

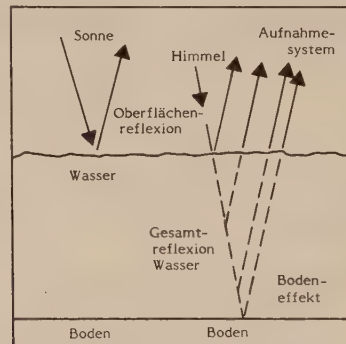


Abb. 65 Reflexion in Wasserkörpern
(Verändert nach Scherz, J. P., 1973, S. 887, Fig. 1)

Nach Klooster, Scherz (1973) kann die Oberflächenreflexion bei Aufnahmen am mittleren Nachmittag weitgehend ausgegliedert werden.

b) Pflanzengemeinschaften:

„Plant size was not related with density readings“ (Gausmann, H. W., 1973, S. 313). Dagegen korrelieren Chlorophyllgehalt und Grauton, was Gausmann mit Messungen an Hirsepflanzen mittels eines Exotech Spektroradiometers aus 6–7 m Höhe im Bereich 500–740 nm nachweist. Auf die Bedeutung des Chlorophyllgehaltes wies schon Troll (C., 1943, S. 306) hin, was in der Literatur etwas in Vergessenheit geraten zu sein

scheint. Troll spricht von „Mollegrammen“ bei Baumarten, bezeichnet das Verfahren aber als umständlich. (Bezug: Referat von Havemann, 1937, a.a.O., Methode von Kusnezow, A. I.).

(Weiteres hierzu vgl. u. a. Sakata, T., Shimoda, H., 1975; Binzegger, R., 1975).

Nicht abgeklärt werden konnte das Problem des Assimilationssystemes der Einzelpflanze und die daraus entstehenden Folgen des relativen Lichtgenusses (nach Wiesner, J. v. = ein Relativmaß, das ausdrückt, wieviel Prozent des Außenlichtes an einer bestimmten Stelle durchschnittlich vorhanden sind), sowie der Staffelung der Pflanzendecke und dadurch entstehende wiederholte Reflexion und stufenweise Absorption im Bestand. Aus diesem relativen Lichtgenuß sind aber mögliche Einflüsse auf die Messungen anzunehmen.

7.8. Mögliche Aussageverbesserungen durch andere Fernerkundungsverfahren mit dem Schwergewicht auf Untersuchungen der Reflexionscharakteristik

a) Literaturauswahl:

Einhellig werden IR-Emulsionen, MSS-Verfahren, Radarmethoden für spezifische Fragestellungen als Interpretationsoptimierung in der Literatur genannt.

Es kann hier nur eine kurze Literaturauswahl neuerer Arbeitspapiere u. a. Veröffentlichungen hierzu gegeben werden.

Autor	Ergebnis/Ziel	Spezielle Technik
Fawwaz, T., et.al., 1973	Unterscheidung von crop-Typen, Streßsituationen	SLAR 4-8 GHz; Kombination von VV oder HH mit Kreuzpolarisation
Gustafson, T. D., et.al., 1973	Submerse Vegetationserkennung aufgrund von Reflexionscharakt.	Coloraufnahmen Mikrodensitometer
Haefner, H., Maurer, H., 1973	bis zu 100 %-ige Klassifikation landwirtschaftlicher Nutzarten	Mikrodensitometer MKIII-CS + digitalem Voltmeter + Lochstreifengerät + Tischcomputer + Plotter
Klemas, V., et.al. 1973	Reflexionsabhängigkeiten, Veränderungen, Kartierung, korrelierende Veget., kein Schlüssel, keine spez. Merkmale	Nahes-IR, Farb-IR
Klooster, S. A., Scherz, J. P., 1973	Wasserqualitätsanalyse	Farb-IR + Mikrodensito-Spektrophotometer
Kriebel, K. Th., 1973	spektrale Eigenschaften bewachsener Oberflächen	Radiometer
Rachkulik, V. I., Sitnikova, M. V., 1975 a	Alfa-alfa-gras Reflexionseigenschaften	Spektrale Messungen
Rachkulik, V. I., Sitnikova, M. V., 1975 b	Beziehungen von Spektralkurven von „crop“ und Boden untereinander, besonders Alfa-alfa-gras	Spektrale Messungen
Lind, et.al., 1975	Artengesellschaften und ökologische Verwandtschaft u. ihre Signifikanz	Handkammervergleichsaufnahmen, Bausch u. Lomb Zoom 240, 70 mm-Kameras
Orth, R. J., 1975	Submerse Vegetation	„Water penetration film“
Sakata, T., Shimoda, H., 1975	Identifikation von Wasserpflanzen über Dichtemessungen	MSS, analoge Analyse
Arp, K. G., 1976	Grasartenerkennung, Kiefer, spektrale Signaturen	35 mm-Kamera, Color, Color-IR, SW-IR, u. 24-Band-Scanner
Auer, S. O., Schutt, J. B., 1976	Vegetationshöhenbestimmungen u. Wassergehalt mittels elliptischer Polarisation	Mikrowellen
Frederking, R. L., et.al., 1976	Einflüsse der Topographie auf die spektrale Reflexion	MSS-Daten
Hildebrandt, G., 1976	Spektrale Reflexionseigenschaften der Vegetation	MSS-Daten

Reichert, P., 1976	Abbildungseigenschaften der Vegetation	IR-Color, Scannerdaten
Scherz, J. P. 1977	Klassifikation nach Reflexionskurven von Algen	„low level“ – Aufnahmen
Schneider, K. H., 1977	Strahlenbiologische Verhältnisse, landwirtschaftlicher Kulturen	IR, RMK, Scanner

b) Weitere neuere Aspekte:

Zusätzliche Gesichtspunkte ergeben Spektroradiometermessungen in situ (Kadro, A., Fischer, W., 1976 aus 17 m Höhe), womit auch die „informationsliefernde Oberfläche“ bei weiteren detaillierten Messungen gefaßt werden wird. Der derzeitige Stand läßt jedoch noch keine verbindlichen Aussagen (ebs. S. 34) bezüglich der Identifizierung und Unterscheidung bestimmter Objekte zu, da noch zu wenige Kenntnisse über das Spektralverhalten verschiedener Pflanzen vorliegt. Prinzipiell besteht der schon 1962 von Langley fixierte Erkenntnisstand nach wie vor. „To achieve this goal, however, we must lay a solid foundation from which we build. We must know the nature of the beast we are stalking in order to sense his location with confidence and consistency. To ignore the variability of this actions is to invite disaster.“ (aus Hildebrandt, G., 1976, S. 21). Diese „variability“ erweist sich als Kernproblem. Es fehlt daher auch in der Literatur nicht an zahlreichen kritischen Bemerkungen (u. a. Steiner, D., 1961 S. 53) und an einer verstärkten Beachtung der Textur. Insbesondere Steiner und Gierloff-Emden (H. G., 1970, 1971, 1976) betonen konsequent die Bedeutung der Textur und des „ground checks“. Im übrigen wird zur spezifischen Fragestellung auf Hildebrandt (G., 1976, S. 18) verwiesen, wo es heißt: „... ein geschlossenes und vollständiges Bild des Reflexionsverhaltens der natürlichen Oberflächen unter den wechselnden Einflüssen von Beleuchtung, Atmosphäre, Objekteigenschaften und -zuständen kann nicht entworfen werden.“

7.9. Zusammenfassende Beurteilung der eigenen Arbeiten

a) Messungen

Nachträglich zur Bildaufnahme ausgeführte Luxmetermessungen lassen sich nicht ausreichend mit densitometrischen Meßergebnissen korrelieren. „Nur Messungen, die das Objekt unverfälscht in seiner dem Aufnahmegerät dargebotenen Struktur erfassen und damit die tatsächliche bildwirksame Remission ermitteln, zeigen Übereinstimmung mit den im Luftbild beobachteten Schwärzungsverhältnissen“ (aus Kenneweg, H., 1972, S. 40, nach Vornkova, 1960, Moskau). Ein spezifisches Verfahren konnte darüberhinaus in dieser Arbeit nicht entwickelt werden, da optomechanische Methoden wahrscheinlich ihre technische Grenze erreicht haben (Herda, K., 1976, S. 503). Unberührt bleiben hiervon Bildwandlungsmethoden mittels opto-elektronischer Geräte, obgleich die Erwartungen wohl auch hier nicht überzogen werden sollten – siehe Haberäcker (P., 10/1978, S. 84): „Das menschliche Informationssystem in diesem Beispiel vor allem der Gesichtssinn, ist beim derzeitigen Stand der Technik jedem bildverarbeitenden Rechensystem immer noch weit überlegen.“ Trotzdem kann aus folgendem Grund auf weitere Untersuchungen nicht verzichtet werden: „Auf das menschliche Auge ist als Meßinstrument kein Verlaß. Es ist besonders empfindlich für die Strahlen des gelb-grünen Spektralbereiches und wird deshalb den Energiegehalt dieser Strahlen stets über- und den der blauen und dunkelroten unterschätzen“ (Walter, H., 1960, S. 355).

b) Methodische Konsequenz:

Detaillierte terrestrische Datenerhebungen und Beobachtungen sind besonders für zeitliche Problemstellungen unumgänglich, um die im Normalfall extrem diskontinuierlich ausgeführten Bilddaten auswertbar im Sinne einer möglichst hohen Eindeutigkeit zu machen (siehe auch Dörfel, H.-J., 1977). Dies wurde in vorliegender Arbeit konsequent mit detaillierten Boden- und Texturanalysen fortgeführt. Besonderes Augenmerk wird daher in folgenden Abschnitten auf die Isolierung der bestandsbildenden Einzelelemente von Vegetationsgemeinschaften und ihrer Charakteristik gelegt. Hier stellt sich nachfolgender Fragenkomplex.

c) Spezifische und jahreszeitliche Problematik bei Pflanzen – Überblick

– Jahresgang der Pflanzenorganentwicklung, deren Variationen und Differenzierungen;

- Vermischung von Restbeständen alter Pflanzen und Jungwuchs mit stark variierenden Mengenanteilen;
- Streßsituationen durch Trocken- und Feuchtperioden, Schädlingsbefall, Hagelschlag, Starkregen, Eiswirkungen;
- Lokalbedingungen, Exposition, Lage über NN, (vgl. auch Kharin, N. G., Prokudin, J. A., 1967 am Beispiel *Larix*);
- Variationen des Chlorophyllgehaltes;
- Wasserversorgung der Einzelpflanze zur Zeit der Blattbildung;
- Modifikationen der einzelnen Pflanzenart, standörtliche Abhängigkeiten;
- Veränderte Blattoberflächen und -entwicklung durch spezifische pflanzenmorphologische Ausbildungen.

8. Texturanalysen und Bodenfotografie

8.1. Grundsätzliches zur Textur

Die hohe Variabilität pflanzlicher Objekte erfordert detaillierte Bodenuntersuchungen in Bezug auf das Luftbild. Bodenfotos mit lediglich erläuterndem Stellenwert genügen luftbildmethodisch nicht (vgl. Methode „von unten“, Kap. 5). Albertz (J. K., 1977, S. 119) empfiehlt im Sinne einer einheitlichen fernerkundlichen Terminologie, Textur als eine für eine Oberflächenart typische, kleinförmige örtliche Verteilung von Meßdaten zu definieren. Gierloff-Emden (H. G., 1971, S. 21) bezeichnet Textur auch als „Zeichnung“.

Systematisch ist eine Unterteilung nach Linien-, Punkt-, Fleckentexturen zweckmäßig (Steiner, D., 1961, S. 29). Schon 1952 forderte Colwell (aus Steiner) skalenmäßig zusammengestellte, maßstäblich geordnete und beschriebene fotografische Ausschnitte als Auswahl- und Identifikationskatalog, wobei jeder Vegetationstyp bei immer kleiner werdendem Maßstab gezeigt werden soll. Diese Überlegungen sind Leitgedanke für die im Folgenden dargestellten Ausführungen. Überdies kommt der Textur eine schwerpunktmäßige Bedeutung zu, da wie Meienberg (P., 1966, S. 116) und Ross (F., 1973) feststellten, Feinstrukturen sich gegenüber den Tönungen als bedeutend wertvollere Informationsträger erweisen.

Bodenfotos erleichtern ferner die objektive Beschreibung von Vegetationsparametern¹ aus dem Luftbild, welche oft nur schwer aus dem Luftbild direkt entnehmbar sind (vgl. u. a., Milde, R. De, Sayn-Wittgenstein, L., 1973 bei Baumkronenparametern). Nach Ansicht des Verfassers ist bislang die Möglichkeit einer Ausweitung und Methodenverbesserung in der konventionellen Luftbildarbeit über den Weg einer lückenlosen Erarbeitung synthetischer Texturen² kaum ausreichend genutzt worden. Einschränkend ist aber zu beachten, daß die Formenvielfalt der Vegetation nicht durch eine einzige synthetische Textur dargestellt werden kann. Aber auch wenige, örtlich genau bestimmte Schlüsselbilder schaffen für alle Erdwissenschaften bedeutende Forschungsmöglichkeiten (nach Jordan, et.al., 1972, S. 453).

8.2. Zur Methode der Bodenfotografie

Bei SW-Bodenfotos ist darauf zu achten, daß der Grauton nicht direkt vergleichbar mit dem des Luftbildes ist, da bei PAN-Luftbildern mit härteren Emulsionen steilerer Gradation gearbeitet wird. Vergleiche sind deshalb nur über das Kriterium Textur zulässig. In Bezug auf das Luftbild kommt es darauf an, eine Senkrechtpjektion zu erzielen, da der Mensch normalerweise die Objekte in Schrägprojektion beobachtet und somit seine visuelle Objektkennntnis nicht auf das Senkrechtluftbild übertragbar ist. Der erzielte Informationsgewinn mittels Senkrechtnahaufnahmen erstreckt sich auf folgende Kriterien: Vorkommen und Häufigkeit von Pflanzengruppen und -arten, ihre Individualcharakteristik, Bedeckungsgrad, Grundriß und andere geometrische Abbildungseigenheiten.

Die Grenzen exakter Bodenfotoanalyse werden bei Pflanzengemeinschaften erreicht, die aus sehr kleinen, sehr dicht stehenden und sich stark überlagernden Arten zusammengesetzt sind (vgl. z. B. Kleerasen).

Der Nutzen, der hier exemplarisch eingesetzten Spezial-emulsionen im 24 × 36 mm Format von IR-SW- und Colorfilmen liegt darin, „that the infrared radiation is reflected mainly by the tissues of the leaves, irrespective of the surface color, has been utilised to distinguish between different kinds of plant“ (Lo, C. P., 1976, S. 182). IR-Bodenfotos können Hinweise auf Streßsituationen an Pflanzen geben und jahreszeitliche Änderungen aufgrund unterschiedlichen Chlorophyllgehaltes nachweisen (Beispiel in Kodak-Schrift, M 28, S. 14). Aufgezeichnet wird mit IR-Emulsionen die IR-Strahlung von 700 nm bis 1350 nm. IR-Farbaufnahmen erfüllen ähnliche Zwecke und erschließen zusätzlich genauere Aussagen über Bestandsgrenzen. Der Anwendungsbereich von IR-Emulsionen für Handkammern reicht von Pflanzenpathologie über Ökologie, Hydrologie, Geologie, Archäologie, Medizin bis hin zu Tieraufnahmen.

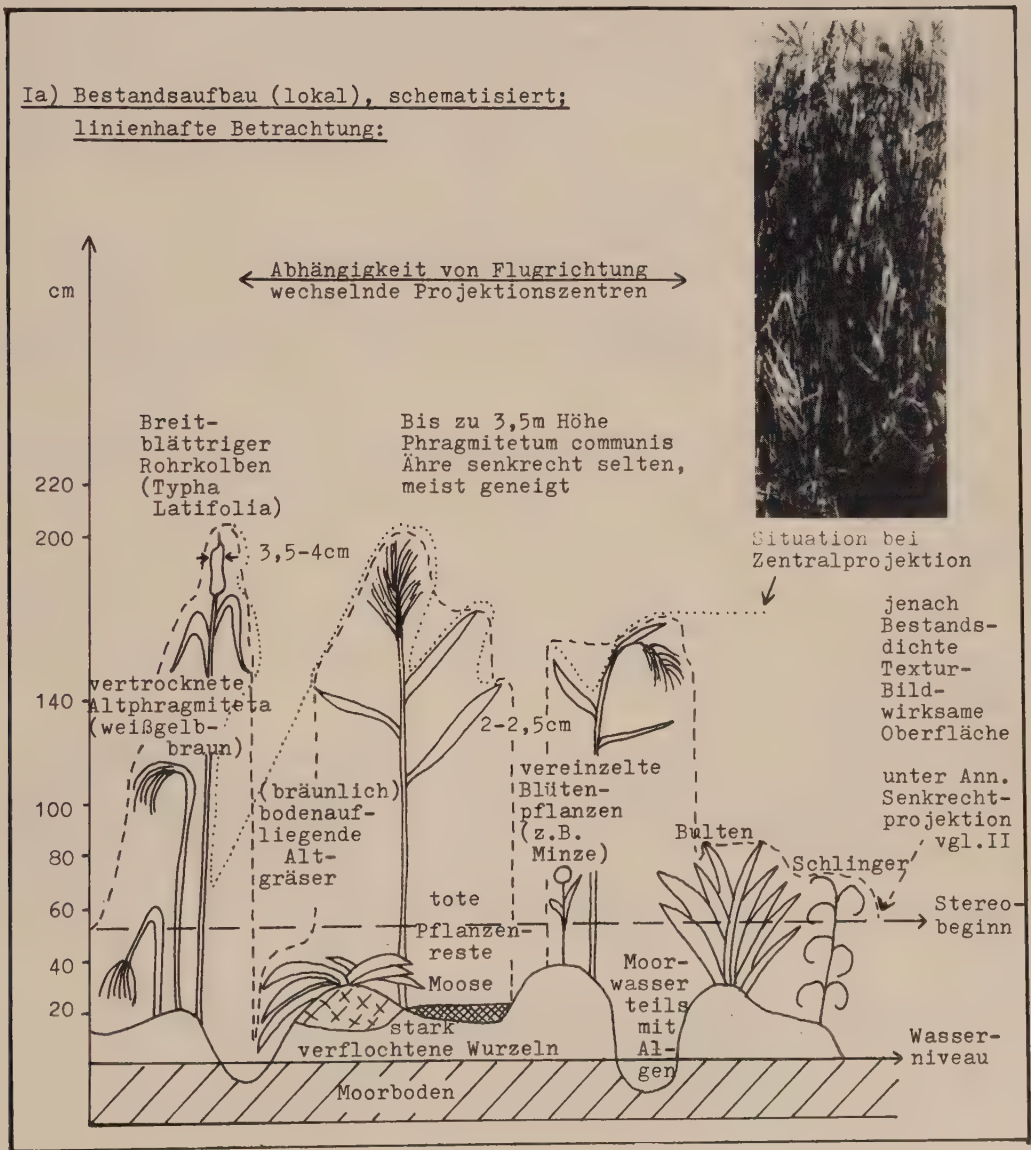
¹ Automatische Klassifizierungsverfahren und Texturanalysen sollen dadurch nicht berührt werden. Hierzu wird auf die umfangreiche Spezialliteratur verwiesen, so z. B. Hildebrandt, G., Haefner, H., und Maurer, H., 1973, S. 447; oder interessante Neuansätze mittels elliptischer Polarisation reflektierter Mikrowellen bei Auer, S. O., und Schutt, I. B., 1976.

² Hier nicht im Sinne der Computerauswertung verstanden.

Geographisch fand die Bodenfotografie vor allem Anwendung in der Analyse der Landnutzung (Schneider, S., 1974, S. 351) im Rahmen phänologischer Luftbildschlüssel, aber auch zur Dokumentation dynamischer Abläufe (vgl. Wieneke, F., 1971, Erosion von Schwall und Sog). Für Vegetationsänderungen haben besonders Wells (K. F., 1971) in Australien und Pierce (W. R.) mit Eddleman (Lee, E., 1970) in Montana, USA, eingesetzt, wobei sie sogar vertikale Stereoaufnahmen aus ca. 2 m Höhe mit zwei gekoppelten 35-mm-Kameras für pflanzensoziologische und Veränderungsfragen anfertigten. In neuester Zeit wurde diese Methode leider nicht weiterentwickelt, auch mangelt es an einem spezifischen Gerätezusatz industrieller Fertigung (freundl. Mitt. Zeiss – Oberkochen).

8.3. Beispiele zur Texturanalyse

8.3.1. Interpretationskriterien und ihre aufnahme- und objektspezifischen Abhängigkeiten



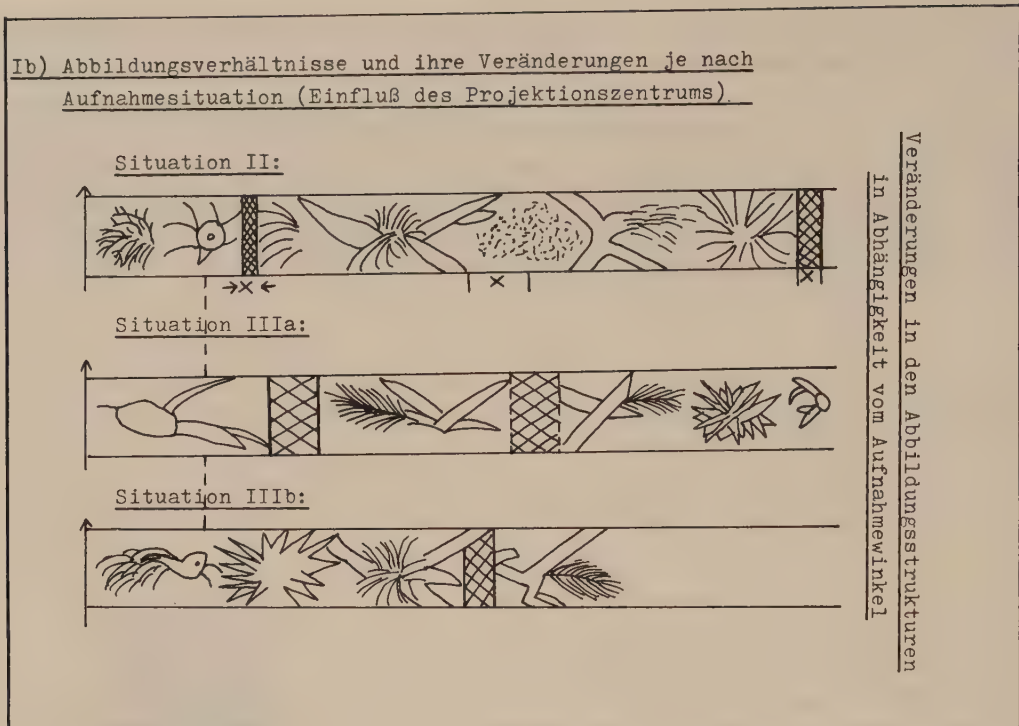


Abb. 66 Interpretationskriterien für Röhrlichtzone – am Beispiel Ph. c.

Aus Ia und Ib folgt daher:

Texturen, Reflexionsbedingungen und Dichte unterliegen neben den bekannten Einflußfaktoren den bodennahen Bedingungen von Einzelpflanzendichte, Bodenwind, Aufnahmewinkel, Jahreszeit und Streßsituationen.

Die an sich schon stark hinsichtlich Textur und Grauton wechselnden Pflanzengemeinschaften unterliegen in der Abbildung auch ganz besonders den Bedingungen am Boden. Hierdurch wird das variierende Objekt „Pflanzenbestand“ zusätzlich variiert und der schematisierten und automatisierten Interpretation erschwert zugänglich (siehe auch Schwärzungskurven).

Die trivial erscheinende Maßstabsabhängigkeit des Problems ist ebenfalls zu betonen, denn etwa bei M 1:2500 zeigt sich eine starke Nivellierungswirkung, insbesondere der Bodeneinflüsse (Bereiche x) und ein Ansteigen der „luftbildtätigen Oberfläche“, vorwiegend unter Annahme der Erfassung des Bildmittenbereiches und ungestörter Aufnahmeverhältnisse.

Als luftbildtätige Oberfläche wird hier diejenige Oberfläche eines Pflanzenbestandes verstanden, die in Abhängigkeit von Bestandsdichte (forstlich auch „Bestandsschluß“) und texturbildende Oberfläche einer Pflanzengesellschaft bei angenommener Senkrechtpjektion effektiv bildwirksam und real im Luftbild interpretierbar wird (siehe auch Abb. 66 und Ausführungen über die Nivellierungsgrade im folgenden!).

8.3.2. Nivellierungsgrade und ihre Auswirkungen auf die Textur:

Allgemeine Grundsätze:

Die „tätige Oberfläche“ im Sinne der Texturerkennung ist abhängig von der Aufnahmehöhe! Nimmt die Aufnahmehöhe zu, nivelliert sich diese. S. a. Bildtafeln 1a, 1b.

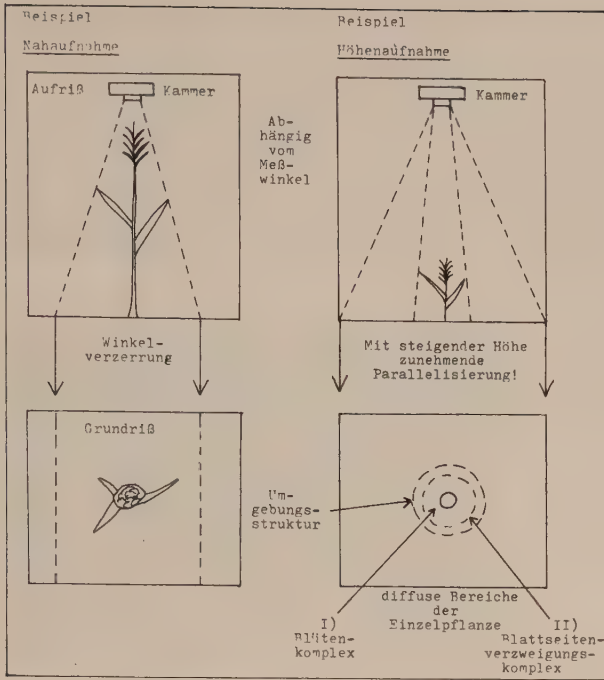


Abb. 67 „Beziehungen zwischen der ‚tätigen Oberfläche‘ und der Aufnahmehöhe“.

8.3.3. Luftbildtätige Oberfläche und ihre Veränderungen (X_n -Nivellierungsgrade)

Es wird aufgrund von Bildvergleichen eine entscheidende Grenze der Nivellierung für Senkrechtaufnahmen zwischen M 1:500 und M 1:1000 für Röhrichtbestände vermutet – dies konnte hier jedoch nicht nachgewiesen werden (siehe technische Probleme).

Das Einsetzen des Nivellierungseffektes hängt ab

- a) vom Aufnahmemaßstab
- b) besonders aber auch von Blatt- und Blütenstrukturen

Vertikalstruktur (schematisiert):

(X_n -Nivellierungsgrade)

Bereits unter M 1:2500 entsteht ein „Gruppeneffekt“

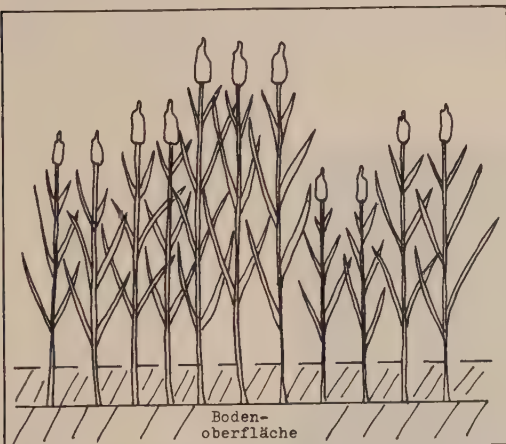
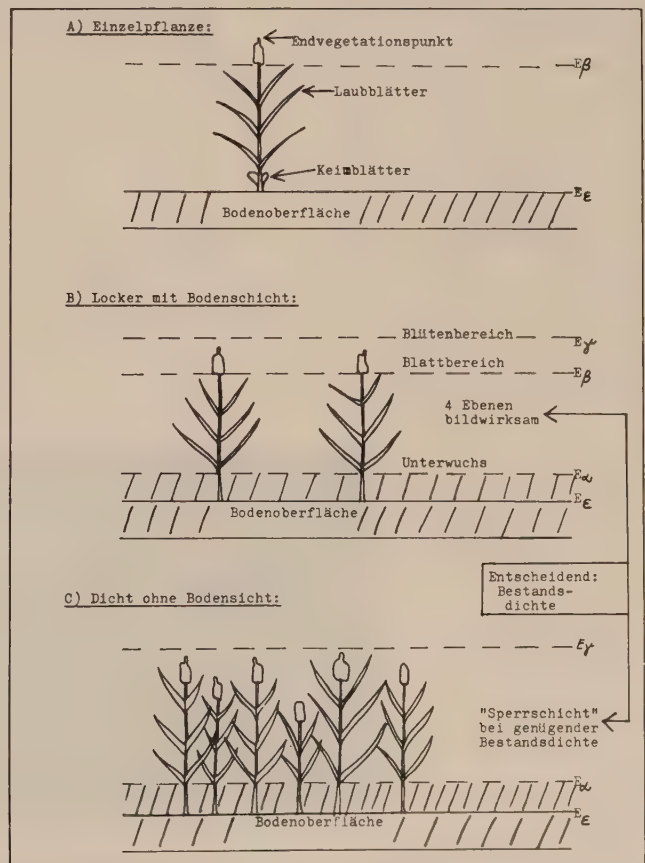


Abb. 68 Beispiel einer Vertikalstruktur der Röhrichtzone (Objekt Rohrkolben)

Abb. 69 Vertikalstrukturen (schematisiert) →



Die Erkennung des Bestandes unterliegt nun nicht mehr der Einzelstruktur der Arten, wird aber von diesen summarisch beeinflusst. Ab etwa M 1:2500 entwickelt sich der Nivellierungsgrad rapide, so daß vorrangig Stereodifferenzen zwar Bestandshöhenunterschiede ausweisen, die Bestandsartenzusammensetzung aber zunehmend uninterpretierbar wird. Es treten bei der Interpretation zunehmend „Nachbarschaftseffekte“ auf, d. h. aus der Gesamtsituation und Umgebung wird auf die Artengemeinschaft geschlossen.

Der Interpret sollte sich immer bewußt sein, wann dieser optisch-psychologische Übergang Realobjektansprache – Indizienbefund erfolgt. Ab M 1:10000 in vorliegender Beispielreihe dominiert der Indizienbefund vollkommen.

Betrachtet man allgemein „wolkig-tupfige“ Strukturen kleinen Maßstabs von der Gesamtsituation, so wird eine Objektansprache unmöglich; gleiches geschieht umgekehrt bei steigendem Maßstab (vgl. elektronenmikroskopisch erfaßte Oberflächenstrukturen). Die konkrete objektbegründete Interpretation endet bereits unter M 1:2500 beim X_n -Nivellierungsgrad.

Bei M 1:24000 schließlich ist eine „Gruppen-Gruppennivellierung“ erreicht.

Sucht der Interpret nach Veränderungen in einer Pflanzengemeinschaft, so sollte er methodisch nach Nivellierungsgradveränderungen suchen.



Abb. 70a
schematisierte, linienförmige
Strukturen bei
lanzettförmigen Blättern

a) Die Sperrschicht

Die Sperrschicht S1 wird in erster Linie gebildet aus einer Vernetzung der Blattoberflächen, also linienhaften Strukturen.

Die Vernetzung wird verstärkt durch geknickte Halme und infolge von Witterungseinflüssen veränderten Pflanzenteile (z. B. Hagel, Windbruch)

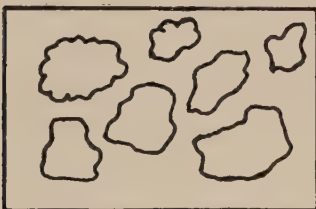


Abb. 70b:
schematisierte,
nichtlinienförmige Strukturen

*b) Überlagerung durch „wolkige“ Strukturen (Röhrichtzone)
≡ Überlagerung nichtlinienförmiger Elemente in der E δ'.*

Die Bildrelevanz der nichtlinienförmigen Elemente steigt proportional zur Maßstabsverkleinerung. Treten Veränderungen, zeitliche oder andere auf, so ändert sich demzufolge das Verhältnis der Strukturen!



Abb. 70c Nahaufnahme von Ph. c. im Frühherbst – volle Blütenentwicklung (Aufnahme: K. Stöcklhuber)

Aus a) und b) entstehen die charakteristischen „wolkig-tupfigen“ Texturmerkmale für Röhrichtzonen. Die flächendeckende Wirkung der nichtlinienförmigen Elemente wird, wie nachgewiesen, zur „luftbildtätigen Oberfläche“ im Bereich der E δ und E δ' . Zur qualitativen Beurteilung des Luftbildes sind E ϵ bis E γ im wesentlichen irrelevant. Ebenso nimmt die „Eindringtiefe“ und ihre bildwirksamen Bestandteile, wie Bodenverhältnisse mit kleiner werdendem Maßstab ab. Diese Kriterien sind überdies im wesentlichen von den „Blütenaspekten“ des Pflanzenbestandes abhängig.

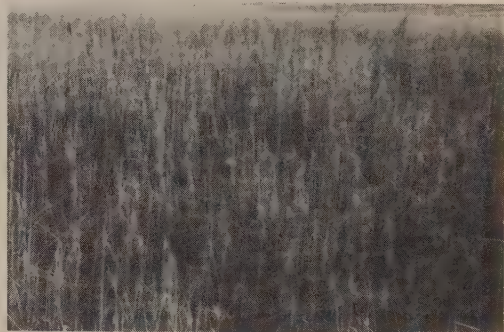
c) *Zusätzliche Variationsaspekte*

Dominant

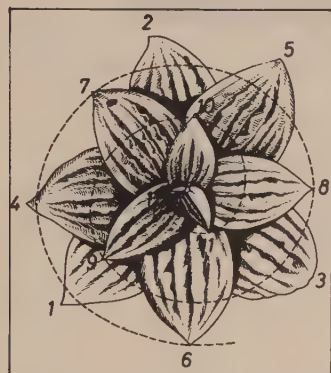
a) *ausgeprägte Blattstrukturen*



b) *ausgeprägte Halmstrukturen*



Feldvergleich (Aufnahmen: K.Stöcklhuber)



„Rosettensproß von *Plantago media* (Wegerich) in Aufsicht. Die Linie, die von Blatt 6 an die Blattspitzen miteinander verbindet, stellt die Grundspirale dar. Die Blätter sind in der Folge ihrer Entstehung beziffert (n. Troll)“
(aus Nultsch, 1968, S. 148, Fig. 95)

Bildwirksame Dominanz = nichtlinienförmige Strukturen

Bildtafel 2: Abhängigkeiten der bildwirksamen Elemente von der Stellung der Blätter an der Sproßachse bei Senkrechtaufnahmen (Beispiele)
Besondere Bedingungen liegen wiederum bei den Tallophyta, Phycobionta und anderen Niederen Pflanzen-
gruppen vor, wobei deren Luftbildrelevanz teilweise unbedeutend ist. Das luftbildrelevante Interesse
konzentriert sich auf die systematischen Hauptgruppen der Cormobionta (Gefäßpflanzen) und Spermatophyta.



„Blattstellung. A. *descussiert* (*Stachys palustris*); B. *wechselständig* (*Campanula rapunculoides*)“
(aus Nultsch, 1968, S. 147, Fig. 94)

Bildwirksame Dominanz = linienhafte und kreisförmige (Halm Strukturen → gepunktete Textur

d) Problem Unterwuchs:



Abb. 71 Senkrechtnahaufnahme von Seggenunterwuchs der Röhrichtzone (Aufnahme: K. Stöcklhuber)

Die Struktur des Unterwuchses E_{α} , hier vorwiegend ebenfalls linienförmig, kann die linienförmige Struktur von E_{β} unterlagern, was zu einer Verstärkung dieser Strukturen führt. Es wird daraus (verglichen mit den X_n -Nivellierungsgraden) die Annahme zulässig, daß sich auf dem Wege der Texturdefinition und Einflußfaktoren kein ein-eindeutiges Kriterium für die Artengemeinschaft „Röhricht“ aufstellen läßt.

9. Zeitliche Varianzen der ausgewählten Ökotope

9.1. Tageszeitliche Aspekte

Zeit der Aufnahme	Leucht-dichte	Sonnen-winkel	Lux-werte	Bemer-kungen	Wetter	Interpretation der Variabilität ein- und desselben Objektes in Dichte, Texturaspekt – kurzfristig;
9.30	1400–1450 (Schwankun- gen innerhalb weniger Se- kunden von D 100 bis D 150	32° aus 120° von Nord	45 000– 46 000	noch tau- feuchte Fläche	sonnig mit leichtem Früh- dunst, $T_t = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, nach starkem Taufall	Strukturen noch undeutlich ausge- prägt; durch Schattenwurf kann der Eindruck von „Gruppen“ entstehen; das D- Profil zeigt entsprechende Charakteristik, starkes Hervortreten nach „oben“ (Bildrichtung) gerichte- ter linienhafter Strukturen;
10.30	1480– 1510	44° aus 145° von Nord	48 000	trocken	zunehmendes Aufkommen von Schleiern (Cirren) – die- se beeinflussen die Licht / Schatteneff- ekte	Starkes Hervortreten des Kleeanteiles im Rasen; Dominanz „nichtlinienförmiger“ Texturelemente; Spiegelungen; hohe D-Werte zu erwarten, auch Randbereiche klarer erkennbar;
11.30	1540– 1560	47° aus 161° von Nord	51 000	–	zunehmender Dunst bis Hochnebel	Sonnenzugewandte – hangabgerich- tete Bildseite (oben) erneutes Hervor- treten linienförmiger Strukturen, Spiegelungsverteilung verändert; Hervortreten nach „unten“ (Bildrich- tung) gerichteter Linienstrukturen (vgl. hierzu 9.30!)
12.30	1000– 1100	46° aus 182° von Nord	46 000	Messungen eingestellt	Einsetzen der Hochnebel	Linienhafte Strukturen in Querrich- tung hervortretend; nichtlinienhafte Strukturen zurück- tretend; „obere Bildhälfte einheitlicher struk- turiert aussehend, trotz gleichem Pflanzenbestandes können 2 Typen Pflanzen interpretiert werden – Fehl- interpretation!!

Abb. 72 Tageszeitliche Aspekte – Beispiel Kleerasen
14 Tage alter, geschnittener Kleerasen in 800 m NN, ca 1°–2° Neigung gegen Süd;
Wuchshöhe durchschnittl. 12 cm; Einzelhalme über 20 cm; je 10 Messungen mit Luxmeter

Folgerungen aus dem Beispiel Rasen unter tageszeitlichem Aspekt

- Linienhafte und nichtlinienhafte Strukturen können bei Pflanzenbeständen abhängig vom Aufnahmezeit-
punkt und Sonnenstand unterschiedlich dominant sein.
- Bestandsveränderungen sind daraus nicht unbedingt abzuleiten. Einen Sonderfall bilden hier jedoch
kurzfristige Streßsituationen (etwa Einwirkung von Unkrautvernichtungsmitteln, usw.).
- Bei Langzeitvergleichen, multitemporalen Untersuchungen oder mehrmonatigen Beobachtungen sollte
auch die mögliche textuelle tägliche Variation des spezifischen Objektes weitgehend bekannt sein, da
sonst irrtümlich Objekt- oder Bestandveränderungen interpretiert werden. Aufgrund der starken Nivellie-
rungszunahme (siehe dort) mit steigender Aufnahmehöhe muß die Gesamtbreite der täglichen Variationen
nicht lückenlos untersucht werden – entscheidend ist hier die Gesamttendenz.
- Einflüsse von wesentlicher luftbildtechnischer Bedeutung durch Photo- und (helle und dunkle Stunden)
Thermoperiodismus sind in den gegebenen Fällen und Emulsionen nicht feststellbar.

9.2. Jahreszeitliche Aspekte – Beispiel Röhricht¹

(Bildtafeln hierzu im Anhang! Besonders 4–6)

Jahreszeitliche Varianzen von Ökotypen sind charakterisiert durch standörtliche, genetische und wachstumsbedingte Faktoren (vgl. auch 7.9.c u. 3.3.1.), sowie im weiteren Sinne von Umweltfaktoren unter Einbeziehung anthropogen projizierter oder produzierter Einwirkungen. Am Beispiel Röhrichtzone bei Gasse/Gmund, einem naturnahen Bestand mit sporadisch erfolgreicher partieller Streuwiesennutzung soll hier eine durchschnittliche Jahresrhythmik des Ökotyps aufgrund mehrjähriger Beobachtungen und ihre Auswirkungen auf das Erscheinungs- und Texturbild dargestellt werden, wobei die meisten Bodenaufnahmen Schlüsselbildcharakter für Texturanalysen aufweisen.

Die Bodenaufnahmen können unter den gegebenen Verhältnissen die Oberflächenstruktur der Pflanzen durch die Schrägprojektion nicht vollständig vermitteln. Der Vorteil der Schrägaufnahme liegt jedoch in der klareren Ermittlung der Artzugehörigkeit, wogegen Senkrechtaufnahmen sowohl die richtige Erfassung der Flächenverteilung von Pflanzengesellschaften, als auch deren Textur bzw. Abbildungscharakteristik zu ermitteln hilft.

Die Bodenschrägaufnahmen sind fernerhin zum Ausgleich der unzulänglichen Abbildung der vertikalen Struktur, die ja zugleich einen Mangel an Plastik bedeutet, von größter Bedeutung (Krause, W., 1955, S. 30). Röhrichtzonen und diesen nahestehende Feuchtbiotopgesellschaften unterstehen einem besonderen wissenschaftlichen Interesse (siehe Gierloff-Emden, H. G., 1977; Mc Ewen, R. B., 1976; Klemas, V., 1973; usw.), wobei von amerikanischer Seite mit Vorliebe „coastal wetlands“ bearbeitet werden und Aspekte des Landschaftsschutzes dominieren. Unter den wesentlich kleinräumigeren kulturlandschaftlichen Verhältnissen Deutschlands sind Röhrichtzonen und Uferzonen wesentliche Bestandteile im Sinne des konservierenden Naturschutzes, aber auch von landschaftskultureller und ökologischer Bedeutung (Seenreinhaltung, Uferschutz, Landschaftsvielfalt usw.).

Jahreszeitliche Veränderungen basieren im wesentlichen auf einem Wechsel der Photoperiode und damit des Temperaturanges. Betrachtet man komplexe, naturgemäße Veränderungen an Pflanzengemeinschaften, so müssen neben äußeren auch innere Faktoren berücksichtigt werden, aus beiden ergibt sich dann erst eine Gliederung des Lebensablaufes der Pflanzen in bestimmte Entwicklungsphasen (nach Larcher, W., 1973, S. 281). Diese Phasen können fließenden oder schubweisen Charakter haben. Luftbildtechnisch optimal zugänglich sind die reproduktiven Vorgänge jeweils im Maximalstadium. Zeitlich zu berücksichtigendes Intervall ist die Woche, wenn eine chronologisch lückenlose Luftbilderfassung erzielt werden soll. Unter multitemporalen Arbeitsbedingungen hat die erwünschte Kombination Optimalphase des Pflanzenbestandes plus zeitlich korrekte Bilderfassung Zufallscharakter. Mit steigender Diskontinuität genannter Bedingungen sinkt die Positivergebnisrate (vgl. Bildtafel 3).

9.3. Aspekte der Mehrjährigkeit

9.3.1. Probleme der Aufnahme- und Ergebniskontinuität

Die Problematik der Auswertung multitemporalen Bildmaterials und einige Möglichkeiten der Ergebnislieferung sollen an prägnanten Beispielen aufgeführt werden. Da das gegebene multitemporale Bildmaterial keine ausreichende Erfassungskontinuität aufweist, können nur Veränderungen mit nachhaltigem Einfluß sicher angesprochen werden. Episodische Vorgänge ohne Prä- und Postinformationen sind in aller Regel nicht zulässig auswertbar.

Zweckmäßige Aufnahmeintervalle in anthropogen ungestörten Gebieten zur Klärung von z. B. Sukzessionsfragen können 3 bis 5 Jahre sein, wobei jedoch zwischenzeitlich auftretende Ausnahmesituationen (Streß,

¹ Die folgenden Bildmaterialzusammenstellungen erheben keinen Anspruch auf chronologische Vollständigkeit, sondern erfüllen lediglich multitemporale Gegebenheiten.

Katastrophen) oder Vorgänge mit Initialbedeutung kaum nachweisbar werden. Für anthropogen injizierte Veränderungen und unter kulturlandschaftlichen Bedingungen ist ein jährlicher Aufnahmerhythmus zweckmäßig. Im Untersuchungsgebiet wäre etwa zur kontinuierlichen Beobachtung der Seezustandsveränderungen vor und nach Inbetriebnahme der Ringkanalisation eine halbjährige Lufterkundung notwendig geworden.

9.3.2. Kurze Diskussion der mehrjährigen Veränderungserscheinungen in der Röhrichtzone (vgl. Bildtafeln 4–6 Anhang)

Das Vor- und Rückschreiten der flächenmäßigen Entwicklung des Röhrichtbestandes zeigt im Verlaufsbild weitgehend synonyme Vorgänge, wobei Ausleger- und Konsolidierungsphasen in flächenmäßig zunächst positiver, dann negativer Richtung wechselten. Der Bezugsraum für Flächenvergleiche kann der vordere, seeseitige Bereich der Röhrichtzone darstellen, wo das Schilf in der Höhe sprunghaft ansteigt (vgl. auch Beobachtungen von Weisser, P., 1970, S. 64). Dieses vorderste Röhrichtgebiet bildet einen Schutzgürtel gegen Wellenschlag und andere mechanische Einwirkungen durch Eis und Schnee und ist besonders auch mikrodensitometrisch nachweisbar. Die visuelle, qualitative Auswertung kann diese Grenzlage besonders stereoskopisch nutzen.

Weitere markante Bereiche sind die Übergangszonen in Streuwiesenlagen zum Flachmoor hin. Werden beide Randlagen multitemporal und vergleichend betrachtet, so sind gesicherte Aussagen über eine Bestandsentwicklung möglich, sofern ergänzende Bodendaten erhoben werden (Beobachtungen und Flächenmessungen).

Mit zu den markantesten Veränderungseinflüssen gehören häufiges Befahren (siehe Traktorspuren) oder Betreten, was auch zu Artbestandsveränderungen bei gleichzeitiger Bodenverdichtung führen kann (so z. B. zu Sauer- und Riedgrasbeständen hin; Bildung von Trittgemeinschaften und Flutrasen usw.). Langzeitig bedeutsam ist auch die Beobachtung des Vordringens von Bäumen und Sträuchern, hier vorwiegend Weidenbüsch und Moorbirke, die als einzige ernsthafte Konkurrenten mit nachhaltig verdrängender Wirkung gegenüber dem Röhricht wirksam werden (n. Weisser, P., 1970).

Nicht auszuschließen ist auch eine Veränderungswirkung durch die Seeauslaufräumung mit Ausbau des Mangfallbeginnes um 1961, wobei eventuelle Pegelsenkung das Verbreitungsgebiet des Schilfes hätte erhöhen können.

Wechselnde klimatische Faktoren, insbesondere die von Temperatur und Licht (n. Lang, G., 1969, S. 59) sind ebenfalls mögliche, im Luftbild nicht entscheidbare Veränderungsfaktoren. Allgemein wird (Lang, G., 1969 – Bodensee; Kölbing, mündliche Mitteilung – Starnberger See) darüberhinaus ein „Schilfsterben“ aus noch weitgehend ungeklärter Ursache vermerkt, das sich luftbildmäßig über die Fläche ermitteln läßt.

9.3.3. Diskussion der mehrjährigen Veränderungen von Feuchtbiotopen und Naßwiesen (vgl. Bildtafel 7; Anhang)²

Bei den im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Feuchtbiotopen handelt es sich durchweg um Niedermoore, einige Reste von Hochmooren und nach dem Futterwert als saure bzw. anmoorig zu bezeichnende Wiesen. Die genaue Typbestimmung ist im Einzelfall kaum mehr möglich, obwohl die wichtigsten Hochmoorarten (*Juncus* und *Molinia*) noch vertreten sind. Veränderungen an solchen Standorten sind im Luftbild meist nicht ausreichend interpretierbar, sofern nicht eindeutig anthropogene Maßnahmen, wie etwa Folgen einer Entwässerung, Anlage von Drainagen, Torfabbau oder beendete Streuwiesenmahd mit danach aufkommen- dem Gebüsch erfolgten. Nachweisbare Veränderungen wären auch solche, die in Zusammenhang mit der durch die Nässe bestehende Trittempfindlichkeit dieser Standorte zu bringen sind.

Auch vom Weideverhalten der Tiere lassen sich gewisse Veränderungen hinsichtlich der Arten und Nässebedingungen herstellen, da Rindvieh etwa „naß gewachsenes“ Futter verschmäht (Klapp, E., 1971, S.

² Näheres in der einschlägigen landwirtschaftlichen Literatur; siehe Klapp, E., 1971, u. a.

127) und somit auch charakteristische Pflanzengruppen und ihre eventuelle Zu- und Abnahme interpretierbar werden. Besonders günstig nachweisbar sind Drainagen mit ungenügender Wirkung durch den stark aufkommenden Binsenwuchs. Wesentliche Veränderungsdaten liefern langfristig besonders auch Düngemaßnahmen auf Naßstandorten.

9.3.4. Diskussion der mehrjährigen Veränderungen von Waldökotopen (vgl. Bildtafel 8 – Anhang!)

Bei Veränderungen von Waldökotopen spielt die Erosion im Untersuchungsgebiet eine große Rolle. Ein Großteil der Wälder stockt auf den Witterungs- und Schuttdecken der Flyschzone (siehe Laatsch, W., 1973, S. 44), mit deren hinreichend bekannter Erosionsanfälligkeit. Die Luftbilddauswertung kann sich deshalb besonders den Bestockungsverhältnissen zuwenden, um zu sekundären Aussagen über Erosionsverhältnisse zu gelangen. Die im Untersuchungsgebiet ebenfalls relevante Flächenerosion, die Walter (H., 1960, S. 149) als den „gefährlichsten Typ“ einstuft, weil er sich oft unbemerkt über große Gebiete hinweg erstreckt, ist er der Luftbildinterpretation, da auch unter Wald möglich, nicht zugänglich. Um Vorgänge der Flächenerosion zu ermitteln, erfordert es umfangreiche und langfristige Bodenarbeit, wie z. B. die Beobachtung des Fortschreitens der Bloßlegung von Wurzelsystemen an Bäumen usw. Konkrete, etwa für Vorhersagen von Erosionsereignissen geeignete Parameter sind dem gegebenen multitemporalen Bildmaterial nicht zu entnehmen. Andere Wald- und Hangeile des Untersuchungsgebietes, die hier im Bild aufgrund der notwendigen Umfangsbeschränkung nicht gezeigt werden können, können ebenfalls nur den Hinweis auf labile Verhältnisse liefern (besonders Südhänge des Seebergs, Nordhänge bei Bad Wiessee). Selbst Hangvernässungen und ihre Entwicklung sind auch mit Luftbildteilvergrößerungen nur unzureichend auswertbar.

Für kontinuierliche Luftbilderfassung wären vierteljährliche Erfassungen in großen Maßstäben optimal, wobei besonders der Frühjahrs- und Herbstsituation Aufmerksamkeit zu schenken ist. Relativ leicht erfaßbar, auch in kleinen Maßstäben, sind Flächenveränderungen. Mit Spezialfilmen zugänglich sind auch Vitalitätsschäden o. ä. (siehe umfangreiche Forstliteratur).

Die Interpretation von Veränderungen auf Almflächen kann sich an der Struktur des umgebenden Jungwuchses (Verbuschung) der Bäume, sowie Dichte und Stärke der Viehgangeln und der Häufigkeit von Lägerfluren orientieren. Natürliche Vegetationsveränderungen nach Aufgabe der Almwirtschaft sind luftbildtechnisch erst über viele Jahre hinweg eindeutig nachweisbar (angenommenes Aufnahmeintervall: 5–10 Jahre) und können keinesfalls zusätzliche pflanzensoziologische Untersuchungen ersetzen.

10. Abschließende Bemerkungen:

10.1. Zum Einsatz des panchromatischen Luftbildes in Dienststellen und bei anderen Anwendern (vgl. Abb. 73 u. Tab. 5)

Auf Anfragen bei den sich mit Ökotoptfragen oder allgemein ökologischen Problemen befassenden Stellen und öffentlichen Einrichtungen, ist häufig die Auffassung laut geworden, daß letztlich doch die meiste Arbeit am Boden ausgeführt werden muß (so u. a. Philippi, G., Landessammlung für Naturkunde, Karlsruhe, in einer freundl. schriftl. Mitteilung vom Dezember 78). Auch Forstleute, besonders aus dem Bereich Forsteinrichtung, schließen sich zuweilen dieser Meinung an (so u. a. Spahlinger, 12/78, Höhere Forstbehörde, Münster, freundl. schriftl. Mitteil.), wenn hier auch dem SW-Luftbild besondere Bedeutung zukommt. Besonders im forstlichen Bereich besteht gelegentlich Skepsis gegenüber einem Informationsgewinn durch das Farbbild, da durch Dunst- oder UV-Einwirkungen atmosphärisch bedingte Farbverfälschungen auftreten können (Spahlinger, 12/1978). Wie in vorliegender Untersuchung (s. auch Lang, G., 1969, Bodensee; u. a.) gezeigt wurde, ist das Colorbild bei drei Einzelfragen jedoch durchaus vorzuziehen. Das SW-Bild wird als Arbeitsgrundlage nicht nur aus Kostengründen, sondern wegen seiner vielfältigen Anwendungsbereiche seinen Stellenwert dennoch behaupten können. Der Maßstabsfrage und dem geeigneten Aufnahmezeitpunkt und damit einer spezifischeren Flugplanung, sollte von der Anwenderseite her mehr Beachtung geschenkt werden als bisher. Hie und da mag unterschwellig wohl die Hoffnung, daß eine Luftaufnahme die zeitraubende Bodenarbeit völlig ersetzen könne, ebenfalls zu einer ungenügenden Bearbeitungsintensität führen, was zwangsläufig zu erhöhten Negativergebnisraten führen muß. Hilfreich wäre hier zweifelsohne auch eine engere Zusammenarbeit zwischen der Geographie und den übrigen, an Ökosystemen interessierten Disziplinen (nach DFG, 1976).

In der BRD wird obnehin die biologische Umwelt entgegen etwa nordamerikanischer Verfahrensweise weit weniger mittels Luftbild erkundet und hinsichtlich von Veränderungen untersucht. Möglicherweise resultiert aus diesen Umständen eine gewisse ablehnende Haltung gegenüber dem SW-Luftbild, eine fast hektische Suche nach neuen Aufnahmetechniken und der sich daraus ergebende Aktualitätszwang, der sich eventuell sogar nachteilig auf die Grundlagenforschung auswirken kann, bzw. vor allem auf deren Finanzierung. So ist etwa dem Verfasser bis heute keine durch und durch systematisierte Luftbilduntersuchung mittels panchromatischen Bildmaterials zur Maßstabsfrage oder zu jahreszeitlichen Fragen bei schutzwürdigen Ökotopten oder bei anderen ökologischen Fragestellungen bekannt geworden. Multitemporales Material kann diese Lücke wegen der zahlreichen Parameterunsicherheiten nicht schließen.

Für den Anwender ist daher zusammenfassend festzustellen, daß nur bei sehr guter Geländekenntnis multitemporales SW-Luftbildmaterial zu ausreichenden Ergebnissen in Ökotoptfragen führen wird. Was nicht darüber hinwegtäuschen darf, daß für jede Flughöhe eine objektspezifische synthetische Textur

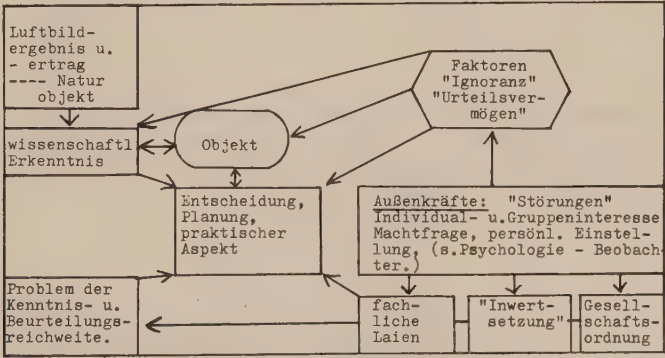


Abb. 73 Einflußfaktoren auf landschaftsökologische Erkenntnisse – auf dem Weg Fachergebnis zu Maßnahme (zu Anwendungsphase). (verändert nach Minc, A. A., 1976, S. 55)

erarbeitet werden muß. Die Formenmannigfaltigkeit der Vegetation kann durch eine einzige synthetische Textur nicht dargestellt werden (s. a. Müller, W., 1978, S. 24). Das panchromatische Material bietet hier noch immer zahlreiche nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten. Überdies ist zu berücksichtigen: „Panchromatic film is sensitive to about the same part of the EM spectrum, as the human eye, however its response is more uniform, i. e., it is more nearly equal in sensitivity throughout its effective range than is the eye“ (Schanda, E., 1976, S. 51).

*Empfehlungen zur Parameterauswahl und Planungsentscheidungen bei Befliegungsplanungen mit dem Zielobjekt „Vegetation“ unter süd-bayerischen Verhältnissen
(Vegetationsgeographischer Ansatz zu landschaftsökologischen Fragen)*

Praktisch zu entscheidender Parameter	Praktikable Möglichkeiten	Empfohlene Entscheidung	Anwendungsbereich und -besonderheiten	Problematik	Regionale Besonderheiten, Abhängigkeiten
I) Flugplanung		Ja, bei schwer zugänglichen Bereichen Gebirge u. -tal, Seeufer u. Gebieten von der Fläche topogr. Karte 1:25 000	Aktueller Landschaftszustand Dokumentation, bei Vergleichen mit älteren Aufnahmen → Veränderungen, zur Bestimmung der Verbreitung von Pflanzengemeinschaften, Forstinventuren	ältere Daten mit zusätzlicher Geländekontrolle ausreichend für Fragestellung?	
Neu-, Befliegung		Nein, bei niedrigen, kleinräumigen, gut zugänglichen Räumen – Geländeaufnahmen mit früheren Aufnahmen als Konturhilfe u. Kontrollpunktbestimmung besser		Weiterverwendung des Materials prüfen	Abstimmung Maßstab, Zeit, Objekt
wenn ja:	PAN-SW-Film	erfahrener Beobachter u. gute Geräte billiger,	bei Negativverarbeitung noch billiger → forstliche Fragen in der Regel ausreichend,	Beobachter muß sich gründlich einlesen und umdenken	
	IR-Falschfarben Color	optimal, aber teurer nur 8–10 % Mehrinformation gegen PAN	mehr ökologische Aussagen z. B. über Streßsituation, deutliche Artendifferenzierung		
	andere Techniken noch im Versuch, meist sehr teuer und aufwendig				
optimaler Maßstab	nicht kleiner als 1:10 000 (bei 1:10 000 mindestens Aw-Gerät mit variabler Vergrößerung)	mindestens 1:5000, dann nach Bedarf Teilvergrößerungen	Baumartenerkennung nach dt., kanadischen u. schweizer Erfolgen möglichst großmaßstäbige Unterlagen, ab 1:5000 auch andere Pflanzengemeinschaften gut ansprechbar, jedoch meist nicht Einzelart, Aufnahme deutlicher: Texturbild	Kostenfrage, Gebietsgröße, Ziel	Hochgebirge Normalwinkelobjektiv günstiger, Flachland, Hügelländer, Alpenvorland Weitwinkel empfohlen

Entscheidungsziel: Gewinnung kartengünstiger Luftbilddaten mittels photographischer Verfahren – Photo für den Praktiker beim jetzigen Diskussionsstand am optimalsten!

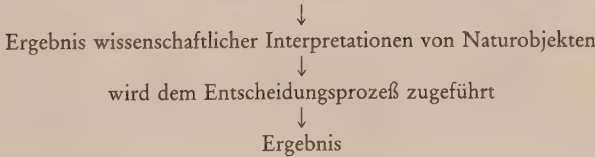
Flugzeit	Frühjahr u. Herbst bes. günstig, 11.00–14.00	nach phänologischen Gebietsdaten entscheiden, Vegetationsvollentwicklung	forstlich Herbst vor Laubabfall günstig, wenn Bodensicht erwünscht vor Laubausbruch, alle Gemeinschaften	Sommer meist zu hoher Dunstanfall	Voralpenland, Gebirge, bei wolkenfreier Föhnlage und herbstlicher Einstrahlung optimal, mögl. lange Schatten
----------	--	--	--	-----------------------------------	--

Übrige Parameter sind dem Piloten zu überlassen – Auf Einhaltung möglichst gleicher Flughöhe achten (Maßstabsänderungen!) mindestens 60 % Stereoüberdeckung u. 30 % Höhendeckung, möglichst keine Anschlußfuge – ein Gebiet, mit einem Flug an einem Tag.

II) Endprodukt	Negativfilm Dia	billigste Lösung für ungeübte Beobachter günstiger, deutliches „Bild“	Nachteil: Film wird zerschnitten notwendig, wenn eingehendere Untersuchungen auch mittels Densitometrie erwünscht, (Vorsicht – keine absoluten Aussagen möglich) ausreichend für die meisten Fragestellungen	Umdenken, dadurch Fehlerquote größer, Einflüsse durch Entwicklerprägung	kein Bezug zu Gebietsparametern
	Abzug	Anwendungen leichter überprüf- und dokumentierbar			

Aufnahmen mit ungenügender Stereoüberdeckung, Entwicklungsfehlern, mangelhaften Anschlüssen, Unschärfen, viel Schatten, häufige Wolkenschatten, starke Reflexionen auf Wasserflächen unbrauchbar!

III) Auswertung A) Beobachter	Botaniker Geobotaniker Forstmann Vegetationskundler, Landschaftsökologe, Landschaftspfleger physischer Geograph nur mit Luftbildausbildung und -erfahrung	auf Ausbildung, Fachwissen u. genaue Objektkennntnis achten → Schlüsselfunktion! Luftbilderfahrung! optimal bei komplexer ökolog. Problematik: Forstmann, Geobotaniker und Landschaftsökologe im Team möglichst kein Sehfehler, Stereosehen!	Diese Komponenten + gutes Bildmaterial + gutes Auswertegerät ganz entscheidend für das Ergebnis	Kosten, Fachausbildung aber keine Luftbilderfahrung, Interpretation ohne Gebiets- u. Objektkennntnis → meist erheblich mangelhaft! → keine Aussage ohne Geländekontrolle! diese umso dichter, je kleinräumiger Gebiet differenziert	→ besonders Hochgebirge!
B) Auswertegeräte	Spiegelstereoskop, variables, gr. Filterpretiskop; verschiedene, gr. Kartiergeräte Transferscope (Stereo)	absolut vorzuziehen nicht nötig gut für Kartennachführungen u. Vergleich	nur für größere Objekte günstig, für Negativ u. Dia ungünstig Feininterpretation, alle Produkte verarbeitbar, auch Filme bei photogrammetrischen Fragen geeigneter	Informationsgewinn ger. nur 4-fache Vergrößerung, qualitative Daten, zu aufwendig, wenn auch sehr präzise, Grundkarten nötig	Anschaffung nur bei häufiger Verwendung rentabel



10.2. Kostenüberlegungen

Die ökologische Luftbildforschung kann nicht ohne großmaßstäbige Aufnahmen, angefertigt in objektspezifischen Intervallen, auskommen. Mit steigender Aufnahmeintensität steigen aber auch die Kosten ganz erheblich. Der vielfach unternommene Versuch, mittels Kleinbildkameras diese banale und triviale Tatsache

zu umgehen, führte im Einzelfall zu rationalisierten und verbesserten Interpretationsergebnissen, konnte bislang aber wegen des geringeren Informationsgewinnes die großmaßstäbige Lufterkundung mit entsprechend dimensionierten Kammern in der systematischen Erforschung von Ökotope n nicht ersetzen. Woodcock (W. E., 1976) etwa bezeichnet den Einsatz von 35- und 70 mm-Kameras von leichten Flächenflugzeugen aus als sehr preisgünstig, wählte aber für seine Versuche auch das relativ einfach beobachtbare Phänomen Waldbrände. Solche kostenbezogene Erkenntnisse lassen sich nicht hinreichend auf die Veränderungsproblematik von Pflanzengesellschaften oder andere komplexhafte ökologische Fragestellungen übertragen. Insbesondere auch deshalb nicht, weil „miniature cameras, although reported in the literature, are less suitable owing to the inherent low information capacity of 35 mm films (Schanda, E., 1976, S. 45/46).

Autor, Erscheinungsjahr	Kurztitel Thema/Ziel	Basis	Angewandte Luftbildtechnik und -methodik	Maßstab	Ergebnis	Bemerkungen (Kosten, prakt. Anwendbarkeit)
Leser, H., 1972	Geoökologische Aspekte Esslingen	Analyse des Geofaktorenkomplexes	Luftbilder 1961 u. 1968, SW, Geländekartierung, Vergleich		Nutzflächenänderungen	
Wiemann, P., Domke, W., 1967	Pflanzengesellschaften der Insel Spiekeroog	Kartenvergleich	Luftbildpläne 1951, 1953, SW	Teilweise 1:8500 1:5000	Pflanzengesellschaften	Luftbild ergänzend eingesetzt; wesentliche Methode aber Braun-Blanquet (pflanzensociologische Aufnahmen)
Bernstein, D.A., 1974	Probleme der Wiederbewaldung	großmaßstäbige Luftbilder	12-inch Camera PAN-Film, Colorfilm	1:500 1:1000	Kein Vorteil von Colorfilmen gegenüber PAN-Material	Baumzählungen auch großmaßstäbige aus dem Luftbild zu ungenau
Orth, R.I., 1975	"Remote sensing of submerged aquatic vegetation in the lower Chesapeake Bay (sea grasses) - Final Report	Luftbildvergleich und Bodendaten bei Niedrigwasser	Water penetration film, IR-SW-film, aus 5000 u. 10000 feet Höhe, sowie Hasselblad 500EL/M	1:2000 1:3000	Identifikation von Unterwasservegetationsgemeinschaften	Forderung: "Attempts should be made to use remote sensing to detect other features of shallow bottoms" sowie "...to relate optical film density and productivity of submerged aquatic vegetation"
Lind, et.al., 1975	"Vegetation Mapping in Lake Champlain Wetlands"	Zwei Luftaufnahme-serien	Flugaufnahmen, SW, aus großer Höhe, Bausch u. Lomb Zoom 240, klassisches Auswerteverfahren	1:72000 1:52000	Klassifikation von 13 "canopy types" morpholog. Prozesse, "wetland-systems"	Problem: "local inconsistencies of ground truth within each signature class" Grundsatz: ausreichende Geländearbeit
Stephens, P.R., 1976	"Comparison of Color, Color Infra-red, an Pan-chromatic Aerial Photography"	kurzfristiger Luftbildvergleich mittels Transparenzen, Zeitintervall: 1 Woche	35mm-Kamera in leichtem Flächenflugzeug Kodakfilme	1:18000	Erosionstypen, Vegetationstypen u.-gemeinschaften	klassisches Interpretationsverfahren
Whitman, R.J., 1976	"Textural Signatures for Wetland Vegetation" (Arbeitspapier)	Texturanalysen Zeitintervall: 1 Monat	Hubschrauber 150 u. 50mm-Objektive Hasselblad 500EL PAN-Film u. IR-Color	1:400 bis 1:10000	Thematische Karten für Feuchtgebiete-vegetation	Farbvariationen für Texturanalysen optimaler als Grautonvariationen, hohe Ergebnisrate- allein 30 Pflanzenarten erkannt, sowie jahreszeitliche Texturmatri x gewonnen
McEwen, R.B., 1976	"Coastal Wetland Mapping"	Topogr. Karten: 1:24000 u. 1:20000	Orthophotointerpretation und Digitalisierung f. Computeranalyse	1:10000	Zeit, Kosten, aufwandsanalysen, Genauigkeit der Interpretation	für Planungsaufgaben, mit Bodenaufnahmen

NASA (Nichols) 1976	"Landsat Data Users Handbook"	"Multistage sampling techniques", Coloraufnahmen, Satellit, Flugzeug	differierend klein- bis großmaß- stäbig	soil asso- ciation iden- tification and mapping über Vegeta- tion, u.a.,	
Soto, M., et.al., 1976	"Use of Remote Sensing in the Veracruz Flora Program" (unpublished report!)	Satelliten- bildver- gleich (NOAA und ERTS)+kon- ventionelle Aufnahmen	Thermalaufnahmen, automatisierte Verfahren	ökologische Karte mit aktuellem Stand der Vegetation und deren Änderungen	Günstige Erfahrungen mit Methodenkombination; In Zukunft fun- damentale Bedeutung f. Ressourcenplanung. "The present tendency is to keep in addition to potential maps, pre- sent maps, which include not only the natural primary vegetation and the cultivations!"
Nelson, H.A., 1977	"Assessment of Forest Plantations from low Altitude Aerial Photography"	großmaß- stäbige Luftbilder aus 183- 915m Höhe	70mm-Kameras, Coloraufnahmen, Bausch u. Lomb Zoom 70, Stereoscope,	Zuwachsmes- sungen, Baumarten- erkennung	besonders "cost- effective" Baumhöhen- messungen bis auf 0,3m genau; Vergleich nach drei Vegetationsperi- oden
Rhody, B., 1977 (s.a.4/77)	"A New, Versatile Stereo-Camera System For Large-Scale Helicopter Photography Of Forest Resources in Central Europe"	großmaß- stäbige Luftbilder z. Teil aus 100- 150m Höhe	70mm-Kameras, leichtes Flächen- flugzeug (Einzel- aufnahmen) und Hubschrauber (stereoskopisch)	1:875 1:1250 forstl. Baumarten- erkennung; Eindringen in das Raum- gefüge des Waldes!	stereoskopische Auf- nahmen vom Hubschrau- ber "have been largely overcome" - mit Kostenaufstellung
Müller, W., 1978	unveröffentl. Diplomarbeit "Möglichkeiten und Grenzen konventioneller und digitaler Luftbilddauswertung unter vegetationskundl. Aspekten"	pflanzen- soziolog. Aufnahmen	MSS, Bodenfoto- graphie, Vergleich mit konventionellen Aufnahmen	(ebs.S.51): "Für Vegeta- tionskundler ist das ge- genwärtig gewonnene Ergebnis je- denfalls un- befriedigend"	"Aufwand für die In- formationengewinnung über Scanneraufnahmen im Vergleich zur kon- ventionellen Methode zu hoch (ebs.S.51) sehr kleinräumig gearbeitet"

Tab.6: Tabelle zu neueren Arbeiten landschaftsökologischer und vegetationsgeographischer Fragestellung mittels konventioneller Luftbildmethoden - nicht im Text zitierte Literaturauswahl.

Zusammenfassung

Mit Hilfe von multitemporalem Luftbildmaterial bei uneinheitlichen Maßstäben, aber einheitlichen panchromatischen Emulsionen sollten Veränderungen von ausgewählten Ökotopten in der Zeit im Raum Tegernsee festgestellt werden. Über die reine Veränderungsin-
terpretation hinaus waren geeignete Methoden und Verfahren zur Identifikation von zeitlichen Vorgängen auszuwählen oder zu
entwickeln.

Es wurden hierzu die Mittel der Bodenfotografie, der Mikrodensitometrie, der Luxtermessung und der multitemporalen visuellen
Beobachtung eingesetzt. Besonders die analytisch ausgeführte Bodenfotografie führte über die systematische Synthese der Nivellie-
rungsgrade zu geeigneten Veränderungskriterien.

Als besonders bedeutsames Ergebnis raum-zeitlicher Untersuchungen ist die nur sehr bedingte Eignung multitemporalen Bildmaterials
für ein so stark variierendes Objekt, wie die Pflanzengemeinschaften es darstellen, zu betonen. Weit mehr Erfolg sieht der Autor in
stärkerer Systematisierung, wobei die Ausgangsparameter bekannt sein sollten und eine objektspezifische Aufnahmekontinuität
garantiert sein mußte. Darüberhinaus erwies sich eine exakte Objektkennntnis als besonders bedeutsam.

Insgesamt konnte auch ein Beitrag zur Erkennung von ökologisch ähnlichen und gleichen Pflanzengesellschaften und deren zeitliche
Veränderungen geleistet werden. Aufgrund der landesplanerischen und umweltschützerischen Relevanz wurden auch einige Mikro-
strukturen des Untersuchungsgebietes in die Betrachtung einbezogen und Wege zur Identifikation aufgezeigt. Konsequenterweise wurde der als
geeignet ermittelte methodische Weg der Untersuchung vom Einzelelement hin zum Komplex eingehalten.

Literatur:

- ACKEN, D. v. (1975): Voraussetzungen zur Ermittlung einer ökologisch tragbaren Wilddichte. Dissertation – Fakultät für Gartenbau und Landeskultur. TU-Hannover.
- AKCA, A. (1970): Eine Untersuchung zur Unterscheidung und Identifizierung einiger Objekte auf Schwarz-Weiß-Luftbildern durch quantitative Beschreibung der photographischen Textur; Diss. Freiburg.
- AKCA, A. (1971): Application of remote sensors in forestry. Joint report by working group. Freiburg 1971 – IUFRO, Section 25.
- ALBERTZ, KREILING, (1972): Photogrammetrisches Taschenbuch. Herbert Wichmann Verlag Karlsruhe.
- ALBERTZ, J. (1975): Über die Methode der Luftbildinterpretation. Symposium Erderkennung. DFVLR-DGP Köln 7–11. April 1975, S. 47–56.
- ALBERTZ, J. (1977): Vorschläge für eine einheitliche Terminologie in der Fernerkundung. In: BuL 4/1977, S. 119–124.
- ALEXANDER, TAYLOR, R., CROOK, Alan, G. (1972/1973): South Florida Ecological Study. Appendix G. Recent and Long-Term Vegetation Changes and Patterns in South Florida. Part I: Preliminary Report. Miami Univ.
- ALPENINSTITUT (1976): Fremdenverkehrsentwicklung heute – Ziele Konsequenzen, Realisierungschancen. Schriftenreihe des Alpeninstituts H. 6, München 1976.
- ANDERSON, J. H. (1973): Identification, Definition and Mapping of Terrestrial Ecosystems in Interior Alaska, Semiannual Technical Report, Feb.–Jul. 1973, 26p. refs ERTS.
- ASBECK, F. (1976): Sonnenfilter für Blütenstaub. In: Bild der Wiss. 3, S. 72–79, DVA.
- ARP, K. G. (o.A.): The rational for attempting to define salt marsh mosquito-breeding areas in Galveston County by remote sensing the ass, veg. Symp. Vol. 1-A Agr., Environment P 289–299, Jpn. 993.
- ASCHENBRENNER, C. M. (1941): Die Lichtverteilung in Luftbildern. In: BuL 1/1941, S. 5–19.
- AUER, S. O., SCHUTT, J. B. (1976): Remote sensing of vegetation and soil using microwave ellipsometry – Patent application. US-Patent-Appl-SN-677352. National Aeronautics and Space Administration. Goddard Space Flight C.
- AUFSESS, O. Freiherr v. (1903): Die Farbe der Seen. Dissertation Kgl. Bayer. LMV, München, 1903, Unidruckerei Wolf.
- AVERY, T. E. (1968): Interpretation of Aerial Photographs. 2. Aufl. Burgess, Minneapolis.
- AVERY, T. E. (1968): Forest Photo Interpretation – now and tomorrow. In: Geogr. Luftbildinterpretation Heft 3, Photo Interpretation for Rational Use and Conservation of Biological Resources, IGU Commission Meeting, Ottawa 1967, BfL, Bad Godesberg 1968, S. 28–32.
- BAJZAK, D. (1974): Automated waterfowl census . . . photointerpretation for wildlife populations. In: Symposium on Remote Sensing and Photointerpretation, Banff, Alberta, Canada, Oct. 7–11, 1974. Proceedings. Vol. 1, Ottawa, Canadian Institute of Surveying, 1975, S. 137–145.
- BARRET, E. C., CURTIS, L. F. (1976): Introduction to environmental Remote Sensing. Chapman and Hall – London.
- BARTELS, D. (1968): Zur wissenschaftstheoretischen Grundlegung einer Geographie des Menschen. Erdkundliches Wissen, H. 19, Geogr. Zeitschrift, Beihefte, Steiner-Verlag Wiesbaden.
- BAUER, H. J. (1969): Die Bedeutung landschaftsökologischer Luftbildinterpretation für Geographie und Landespflege. In: BuL 1/1969, S. 2–8.
- BAUER, H. J. (1969): Zur Methodik ökologischer Landschaftsgliederung mit Hilfe des Luftbildes. In: BuL 4/1969, S. 171–175.
- BAUER, H. J. (1973): Ökologische Landschaftsgliederung im Kochel-Walchenseegebiet mit Hilfe des Luftbildes. In: Naturräuml. Gefüge im Luftbild, dargestellt an zehn ausgewählten Beispielen, Heft 11, S. 88–95, Bonn.
- BAUMGARTNER, A. (1955): Licht und Naturverjüngung am Nordrand eines Waldbestandes. Sonderdruck aus Forstw. Cbl., 74. Jg., H. 1/2, S. 1–64, Paray, Hamburg.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM f. Landespflege u. Umweltschutz (1972): Sonderplan Abfluß Mangfall – Wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. I – Planung, Bd. II – Kartenteil, Schroff, Augsburg 1972.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM f. Landespflege und Umweltschutz (1973): Schutz dem Bergland. Eine landeskulturelle Pflicht. Wasserwirtschaftliche Sanierung des Alpengebietes. 10-Jahres-Programm, Hrsg.: Bayer. Staatsm. d. Innern – Oberste Baubehörde, München.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM f. Landespflege und Umweltschutz (1974): Regionalbericht – Region Oberland (17) – Regionaler Planungsverband Oberland.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM f. Landespflege und Umweltschutz (1975): Datenkatalog – Strukturdatenbestand in der Fachdatenbank des Ministeriums. Gebietsstand 1. Jan. 1975 – Stand Juli 1975.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM f. Landespflege und Umweltschutz (1976): Unveröffentl. Datenlisten: Landwirtschafts-, Gebäude-, Verkehrs- u. Wohnungsdaten Stand 1. 1. 76 der Nahbereiche Bad Wiessee, Dürnbach, Gmund, Kreuth, Rottach-Egern, Schafnach, Tegernsee-Stadt, Waakirchen; Datenbank des Ministeriums, München.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM f. Landespflege und Umweltschutz (1976): Computerausdrucke zu „Region Oberland“ über Geologie, Talverfüllung, Flußdichte, Vegetation, Erosion, Besiedelung, Niederschlag, Stabilitätsgröße, potentiell, aktuell.
- BECKMANN, W. (1965): Untersuchungen zum Landschaftshaushalt in Auen der Havensteiner Murg. Hamburger Geogr. Studien, H. 19, 1965.
- BEREZIN, A. M. (1973): Use of Forest Vegetation as an Indicator in the Interpretation and large scale mapping of soil in a forest zone. 14 p refs. Transl. in English from the book „Krupnomasshta . . .“ Novosibirsk 1970, p. 102–110; Army Foreign Science and Technology Center.
- BERRY, BRIAN J. L. (1971): Die wechselseitige Abhängigkeit zwischen Bewegungen im Raum und räumlichen Strukturen – Zur Grundlegung einer allgemeinen Feldtheorie. In: Geogr. Zeitschrift 1971, Heft 1, 59. Jg., S. 82–100. Steiner Wiesbaden.
- BILLWITZ, K. (1976): Zur Erfassung des landeskulturellen Zustandes des Territoriums in der topischen Dimension. In: Petermanns Geogr. Mitteilungen, Heft 4, S. 277–284.
- BERNSTEIN, D. (1974): Are reforestation surveys with aerial photographs practical? In: Photogrammetric Engineering, Vol. XL, Nr. 1, S. 69–73.
- BINZEGGER, R. P. (1975): ERTS – Multispektraldaten als Informationsquelle für thematische Kartierungen. Landnutzung im Raum Mailand. Dissertation, Univ. Zürich, Juris, 1975.

- BITTMANN, E. (1961): Über die Bedeutung der Ufervegetation für Wasserbau und Gewässerpflege. In: *Angewandte Pflanzensoziologie*, Nr. 17, Hrsg.: Tüxen, R., S. 49–55, Stolzenau.
- BLAB, J. (1976): Amphibien und Reptilien – gefährdete Bewohner der Feuchtgebiete. In: *Natur und Landschaft*, 51. Jg., H. 7/8, 1976, S. 219–221, Kohlhammer Stuttgart.
- BLASER, P. (1975): Standortsfaktoren und Bodenbildung in einem subalpinen Lawinanrißgebiet. *Gesellschaft f. Ökologie*, Wien 1975.
- BLASER, P. (1977): Pers. Schreiben v. 14. 1. 77 der Eidgen. Anst. für das forstl. Versuchswesen, Birmensdorf, Schweiz.
- BOBEK, H. (1957): Gedanken zum logischen System der Geographie. In: *Mitt. Geogr. Gesellschaft Wien*, Band 99, S. 122–145.
- BODEN, K. (1930): *Geologisches Wanderbuch für die Bayerischen Alpen*. Enke-Verlag, Stuttgart.
- BÖRNER, K. O. (1930): Das Meßtischblatt Ratzeburg in landschaftskundlicher Darstellung. In: *Mitt. d. Geogr. Ges.*, Jh. XLI, S. 261–413, Hamburg.
- BRAUN, G. (1972): Komplexes Faktorensystem räumlicher und zeitl. Bewegungen. In: *Würzburger Geogr. Arbeiten*, H. 37, Selbstverlag, Würzburg, Walter Gerling – Festschrift.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): *Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde*. Biolog. Studienbücher VII, Berlin.
- BRESSETTE, W. E. (1976): The use of the near infrared photography for aerial observation of phytoplankton blooms. *Proceedings of the second Conference of Earth Resources Observation and Information Analysis S. In: Remote Sensing of Earth Resources*.
- BRÜNIG, E. F. (1972): Wirkungen des Waldes auf die Umwelt des Menschen. In: *Berichte Ldw.* 50 (1972), S. 157–158, Hamburg.
- BRUNNSCHWEILER, D. (1971): De utilitate et necessitate geographiae: Umweltforschung – mit und ohne Geographie? In: *Geographica Helvetica*, 26. Jg., Heft 1, S. 5–7.
- BRUNT, M. (1959): The Gambia landuse and vegetation survey. Paper to the Third Inter – African Soils Conference, Dalaba, 1959.
- BUCHWALD, K., ENGELHARDT, W. (1969): *Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz*. BLV-Verlag, München 1969.
- BUCHWALD, K., ENGELHARDT, W. (1973): *Landschaftspflege und Naturschutz in der Praxis*, BLV-Verlag, München 1973.
- BUCHWALD, K., HARFST, W., KRAUSE, E. (1973): Gutachten für einen Landschaftsrahmenplan Bodensee-Baden-Württemberg. Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt, Baden-Württemberg, 1973.
- CARTER, V., SCHUBERT, J. (1974): Coastal wetlands analysis from ERTS MSS digital data and field spectral measurements. In: *Proceedings Ninth International Symposium on Remote Sensing of Environment*, April 1974, Vol. 2, p. 1241–1260. Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor.
- CERNUSCA, A. (1971): Ökophysik: Neue Wege zur quantitativen Ökologie. In: *Umschau* 1971, Heft 18, S. 663–668.
- CIBULA, W. G. (1976): Computer implemented classification of vegetation using aircraft quired multispectral scanner data. *NASA Earth Resources Survey. Symp. Vol. 1-A*, p. 183–201.
- CLAVERAN, A. R. (1966): Two modifications to the vegetation photographic charting methods. In: *Journal Range Manage.*, Vol. 19, No. 6, p. 371–373.
- COLWELL, J. E. (1974): Vegetation canopy reflectance. In: *Remote Sensing of Environment*, No. 3, 1974, p. 175–183.
- COLWELL, R. N. (1956): Determining the prevalence of certain cereal crop diseases by means of aerial photography. *Hilgardia*, Vol. 26, No. 5, 1956, S. 223–286, Berkeley.
- DAGET, Ph., GODRON, M. (1974): *Vocabulaire d'écologie*. Paris Hachette, 273 Seiten.
- DAHL, H. J. (1976): Biotopgestaltung beim Ausbau kleiner Fließgewässer. In: *Natur und Landschaft. Zeitschrift f. Umweltschutz und Landespflege*. 51. Jg., Heft 7/8, S. 200–204, Kohlhammer-Verlag Stuttgart.
- DANZ, W. (1972): Regelkreis alpine Umwelt: Konsequenz Integralplanung. In: *Die Zukunft der Alpenregion*. Hrsg.: Wichmann, H., S. 166–171, Hanser-Verlag.
- DFG (1976): Beiträge zur Umweltforschung. Dt. Forschungsgemeinschaft Senatausschuß für Umweltforschung, Boppard Boldt 1976.
- DIETL, W. (1975): Die landschaftsökologische Bedeutung der Flachmoore, Beispiel Davallseggenrieder. In: *Jahrbuch Verein Alpenpflanzen und -tiere*, 40. Jg., 1975, S. 47–56.
- DÖRFEL, H. J. (1977): Phänologie als Einflußgröße für die Fernerkundung verschiedener Vegetationsformen. In: *FMP-Symposium*, Hannover, 1977, S. 319–330.
- DÖRFEL, H. J. (1977): Jahreszeitliche und standörtliche Abhängigkeit der Abbildungsqualität verschiedener Vegetationsformen. Manuskript, 1977, Freiburg.
- DUCRUC, J. P., ZARNOVICAN, R. (1974): Semiautomatic photo interpretation – A test application in a phytocological inventory of the Quebec-Labrador Peninsula. *Symposium Banff, Canada Oct. 74, Proceedings Vol. 1*, p. 419–426.
- EDELMAN, M. (1967): *Die Almen im Tegernseer Tal. Zur Rechts- und Wirtschaftsgeschichte des ehemaligen Klostergerichts Tegernsee*. Inauguraldiss. Universität Innsbruck, München 1967.
- EIDG. FORSCH. ANSTALT F. LANDWIRTSCHAFT U. PFLANZENBAU (1975): Bericht zur Bodenkartierung. (Sennwald-Lienz-Rüthi SG) mit Karten. Hrsg.: Eidgenössische Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Pflanzenbau. Zürich-Reckenholz.
- EIMERN, J. v. (1971): *Wetter- und Klimakunde für Landwirtschaft, Garten- und Weinbau*. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen – in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. Einführung in die Phytologie von H. Walter, Band IV, Teil 2. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1968): Leistung und Haushalt von Land- Lebensgemeinschaften. *Umschau in Wiss. und Technik*, 68. Jg., Heft 16, Frankfurt/M.
- ELLENBERG, H. (1968): Wege der Geobotanik zu Verständnis der Pflanzendecke. Sonderdruck aus *Die Naturwissenschaften* 1968, 55. Jg., Heft 10, S. 462–470, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York.
- ELLENBERG, H. (1968): Grundlagenforschung zur Landschaftsökologie im internationalen biologischen Programm. Sonderdruck aus *Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie*. Ber. über Symposium Stolzenau 1963 der internationalen Vereinigung für Vegetationskunde, Hrsg. Tüxen, Junk-Verlag, Den Haag 1968.
- ELLENBERG, H. (1971): *Integrated Experimental Ecology. Methods and Results of Ecosystem Research in the German Solling Projekt*. Springer Verlag Heidelberg 1971.
- ELLENBERG, H. (1973 a): *Ökosystemforschung*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1973.
- ELLENBERG, H. (1973 b): Folgen der Belastung von Ökosystemen. In: *DFG-Mitteilungen 2/1973, Umweltforschung*, DFG, Bonn, S. 11–21.

- ELLENBERG, H. (1975): Ökologische Grundlagen für die Entwicklungshilfen in Bergregionen. Schriftenreihe d. Alpeninstituts, Heft 3, Entwicklungsprobleme in Bergregionen. S. 23–31.
- ELLENBERG, H. (1976): Zur Rolle der Pflanzen in natürlichen und bewirtschafteten Ökosystemen. In: Bayer. landwirtschaftl. Jahrbuch. Sonderheft 3, 1976, 53. Jg., S. 51–59, BLV-München.
- ERLBECK, R. (1973): Die Erholungsfunktion des Waldes. Erläuterung der Arbeitsweisen für den Walderholungsplan des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. In: Unser Wald, Heft 6, S. 186–189.
- ERZ, W. (1975): Feuchtgebiete – erhalten und gestalten. Hrsg.: AID, Bonn-Bad Godesberg.
- ESTES, J. E., SIMONETT, D. S. (1975): Fundamentals of Image Interpretation. In: Manual of Remote Sensing, Vol. I, Chapter 14, S. 869–1076, American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia, 1975.
- EVERS, O., SCHMATZLER, E. (1976): Vorschläge zur Renaturalisierung von Hochmooren, dargestellt am Uchter Moor im Landkreis Nienburg/Weser. In: Natur und Landschaft, 51. Jg., Heft 7/8, S. 225–228.
- FAWWAZ, T. K., MOORE, K. R. (1973): Radar spectral Measurements of Vegetation. In: ASP-Proceedings of the Fall Convention, 1973, Part I, Technology Today and Tomorrow, S. 322–334.
- FEZER, F. (1970): Standortsgliederung der Rheinauen bei Mannheim mit Hilfe des Luftbildes. In: BuL 5/1970, S. 279–282.
- FINKE, L. (1971): Landschaftsökologie als Angewandte Geographie. In: Berichte zur deutschen Landeskunde 45, S. 167–182, Bonn, Heft 2.
- FONTAINE, R. G. (1972): Forstwirtschaft und Umwelt. In: Geoforum Heft 10, 1972, S. 71–85.
- FRÄNZLE, O. (1971): Physische Geographie als quantitative Landschaftsforschung. In: O. Schmieder zum 80. Geburtstag. Kiel 1971, S. 297–312. Schriften des Geogr. Instituts der Universität Kiel, Band 37.
- FRANCÉ, R. H. (1922): Junk's Naturführer Südbayern. Junk-Verlag, Berlin 1922.
- FREDERKING, R. L., MUNDY, S. A., WEST, T. R. (1976): Spectral reflectance and the non-uniform topographic surface. In: Remote Sensing of the Electro Magnetic Spectrum, Vol., 3, p. 23–32.
- FRÖBRICH, G., MANGELSDORF, J. (1973): Beiträge zur Limnologie der Niedersonthofner Seen im Allgäu. Schriftenreihe d. Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde, Heft 8, München 1973.
- GAMS, H. (1943): Das Luftbild in der Seen- und Moorforschung. In: Zeitschrift der Ges. f. Erdkunde, S. 345–350, Berlin 1943.
- GARTNER, G. (1972): Seenreinhaltung in Bayern. In: Gwf-wasser/abwasser, 113 Jg., 1972, Heft 9, S. 410–423.
- GAUSMANN, H. W., CARDENAS, R., GERBERMANN, A. H. (1974): Plant size, leaf structure, spectra, and chlorophyll content of normal and chlorotic sorghum plants and correlations . . . In: Photogrammetric Engineering, Vol. 40, 1974, p. 61–65. NASA-supported research. US-Department of Agriculture, Weslaco, Tex.
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. 4. Auflage. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- GESELLSCHAFT F. LANDESKULTUR (1975): Vorplanung in den ländlichen Nahbereichen mit den zentralen Orten Tegernsee/Rottach-Egern/Bad Wiessee/Gmund und Schliersee (Landkreis Miesbach). Entwurf der Gesellschaft für Landeskultur. Zweigniederlassung München. November 1975.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G. (1961): Luftbild und Küstengeographie – Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, Heft 4, Bad Godesberg 1961.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G., SCHROEDER-LANZ, H. (1970/71): Luftbildauswertung, 3 Bände, Mannheim 1970/71.
- GIERLOFF-EMDEN H. G., KRITIKOS, G., WIENEKE, F. (1971): Satelliten im Dienste der Geographie. In: Umschau in Wissenschaft u. Technik 71, Heft 24, S. 899–904.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G., RUST, U. (1971): Verwertbarkeit von Satellitenbildern für geomorphologische Kartierungen in Trockenräumen. Münchner Geographische Abhandlungen, Bd. 5, München. Siehe auch Gierloff-Emden, H. G., (1977): Orbital Remote Sensing of Coastal and Offshore Environments. A Manual of Interpretation. Walter de Gruyter Verlag Berlin-New York. 176 pp.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G. (1976): Manual of interpretation of orbital Remote Sensing satellite photography and imagery for coastal and offshore environmental features. In: Münchner Geogr. Abhandlungen, Sonderband, München.
- GUSTAFSON, T. D., ADAMS, M. S. (1973): The Remote Sensing of Aquatic Macrophytes Part 1 and 2. NASA CR 137305. Univ. Wisconsin.
- GUTSCHIK, V. (1971): Forstbetriebsdienst. Band 1 und 2, BLV-Verlag, München.
- HAASE, G. (1964): Landschaftsökologische Detailuntersuchungen u. naturräumliche Gliederung. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, 108. Jg., 1964, S. 8–30, Gotha.
- HAASE, G. (1967): Zur Methodik großmaßstäbiger landschaftsökologischer und naturräumlicher Gliederung. In: Wissenschaftl. Abhandlungen der Geogr. Gesellschaft der DDR, Band 5, S. 35–128, Leipzig.
- HAASE, G. (1977): Ziele und Aufgaben der geographischen Landschaftsforschung in der DDR. In: Geographische Berichte, 82. Jg., Heft 1/1977, S. 1–19.
- HABER, W., KOHLER, A. (1972): Ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen. In: Landschaft und Stadt, Heft 4, 1972, S. 159–165.
- HABERÄCKER, P. (1978): Digitale Bildverarbeitung – Die neue Dimension der Photographie. In: Bild der Wissenschaft, 1978, H. 10, S. 72–87. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart.
- HAEFNER, H. (1963): Vegetation und Wirtschaft der oberen subalpinen und alpinen Stufe im Luftbild, dargestellt am Beispiel des Dischmats und weiteren Teilen der Landschaft Davos, Schweiz. Bad Godesberg 1963.
- HAEFNER, H., MAURER, H. (1973): Digital image processing for land use interpretation. In: Proceedings Symposium, Hrsg.: Hildebrandt, G., S. 447–467.
- HAEFNER, H. (1974a): Wenn der Computer Bilder anschaut. In: Bild d. Wissenschaft, Aug. 1974, Nr. 8, S. 56–60, Stuttgart.
- HAEFNER, H. (1974b): Remote Sensing Applications for Geoecological Studies in the High Mountain Environment. In: ISP Commission VII Proceedings of the symposium on Remote Sensing and Photo Interpretation, Banff, Alberta, Oct. 7–11, 1974, S. 349–361.
- HAGEN, T. (1950): Wissenschaftliche Luftbildinterpretation. In: Geographica Helvetica, Heft 4, S. 209–276, Kümmerly u. Frey, Bern.

- HAGGETT, P. (1975): *Geography: a modern Synthesis*. 2. Auflage. Harper und Row, New York, Evanston, San Francisco, London.
- HAKEN, H., GRAHAM, R. (1971): Synergetik – die Lehre vom Zusammenwirken. (Was verbindet die Physik, Chemie und Biologie) In: Umschau 71, Heft 6, S. 191–195).
- HAMM, A. (1971): Limnologische Untersuchungen am Tegernsee und Schliersee nach der Abwasserfernhaltung (Stand 1970). Aus Wasser und Abwasser-Forschung Nr. 5, 1971, Sonderdruck d. Bayer. Biologischen Versuchsanstalt.
- HAMM A., LIEBMANN, H. (1972): Eutrophierung und Eutrophierungsverminderung an bayerischen Seen. Gwf-Wasser/Abwasser 113. Jg., 1972, Heft 9, S. 404–409.
- HARD, G. (1973): Die Geographie – Eine wissenschaftstheoretische Einführung. Sammlung Götschen, de Gruyter, Nr. 9001, Berlin.
- HASSENPFUG, W. (1973): Großmaßstäbige Luftbildanalyse ausgewählter Ökotoptopgefüge der Schlesinger Vorgeest. In: Naturräuml. Gefüge im Luftbild dargestellt an zehn ausgewählten Beispielen, Heft 11, Bonn, S. 11–23, 1973.
- HEIGEL, K. (1960): Über den Einfluß von Exposition und Bewuchs auf die Erdbodentemperaturen. Mitteilung d. Deutschen Wetterdienstes Nr. 22 (Bd. 3), Selbstverlag Dt. Wetterdienst, Offenbach a. M.
- HEINDL, P. (1977): Fernerkundungsverfahren des Flugzeugmeßprogramms als Hilfsmittel für bodengeographische Untersuchungen u. Kartierungen am Beispiel von Schlehdorf am Kochelsee. Unveröffentlichtes Manuskript, Dipl.-Arbeit, Geogr. Inst. München.
- HEMPENIUS, S. A. (1976): Critical review of the status of remote sensing. In: BuL 44, Vol. 1, p. 29–42.
- HERDA, K. (1976): Die instrumentelle Technik zur Luftbildinterpretation unter besonderer Berücksichtigung des Luftbildinterpretationsgerätes „Interpretoskop“. In: Remote Sensing in Forestry, S. 499–510, Hrsg.: Hildebrandt, Freiburg.
- HERINGER, J. (1974): Landschaftspflegeprobleme im Tegernseer Raum. Unveröffentlichtes Manuskript in Vorbereitung der Vorplanung in den Nahbereichen Tegernsee, Rottach-Egern, Bad Wiessee und Schliersee.
- HERZ, K. (1966): Das Strukturmodell der Landschaft. In: Zeitschrift Erdkundeunterricht, Heft 18, S. 88–98.
- HERZ, K. (1968): Großmaßstäbliche und kleinmaßstäbliche Landschaftsanalyse im Spiegel eines Modells. Landschaftsforschung: Festschr. f. Neef, E., Gotha.
- HERZ, K. (1969): Physiotoptopgefüge und Landnutzung. In: Petermanns Geogr. Mitteilungen, 1969, Heft 1, S. 21–25, Gotha.
- HERZ, K. (1973): Beitrag zur Theorie der landschaftsanalytischen Maßstabsbereiche. In: Petermanns Geogr. Mitteilungen, Jg. 117, S. 91–96.
- HEY, Chr. (o.A.): Voraussetzungen und Möglichkeiten der Sicherung von Freiflächen für die Erholung im Bereich von Entwicklungsachsen. Hrsg.: Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- HIGGS, G. K., SULLIVAN, M. (1973): A comparative analysis of remote sensing scale system attributes from a multi-level landuse classification system. In: ASP-Proceedings of the Fall Convention, 1973, Part I, Technology Today and Tomorrow, S. 335–367.
- HILDEBRANDT, G. (1974): Schriftliche Mitteilung v. Sept. 1974, zum Stand d. Untersuchungen über Mikrodensitometrie, privates Schreiben.
- HILDEBRANDT, G. (1973): Remote Sensing incl. Aerial Photography. Proceedings Symposium IUFRO S6.05, Freiburg 1973, 17.–21. September. Hrsg. Hildebrandt, Abt. Luftbild der Univ. Freiburg.
- HILDEBRANDT, G. (1976): Remote Sensing in Forestry. Proceedings of the Symposium XVI d. IUFRO in Oslo 21.–26. Juni 1976. Freiburg 1976.
- HILDEBRANDT, G.; Djawadi, K. (1976): Digitale Beschreibung der Oberflächenstruktur von Waldbeständen nach photogrammetrischen Messungen. In: Remote Sensing in Forestry, S. 471–486, Hrsg.: Hildebrandt, Freiburg.
- HILDEBRANDT, G. (1976): Die spektralen Reflexionseigenschaften der Vegetation. In: Remote Sensing of Forestry, S. 9–22, s. dort.
- HOFMANN, M. (1970): Ökologische und synergetische Landschaftsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung. In: Geogr. Zeitschr. Heft 58, 1970, S. 1–12.
- HOFMANN, M. (1973): Ökotope und ihre Stellung in der Agrarlandschaft. Erläutert an einem Profil durch das Moerser Land/Niederrhein. In: Dokumentation f. Naturschutz und Landschaftspflege, 15. Jg., 1975, Heft 4, S. 127. Kohlhammer Stuttgart.
- HOFMANN, W. (1964): Die Umwelt im Luftbild. Sonderdruck aus der Zeitschrift für Vermessungswesen, 89. Jg., 1964, Sonderheft, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart.
- HOHENSTATTER, E. (1972): Die Diskrepanz zwischen botanischer und geologischer Definition des Begriffes Moor. In: Bayer. landwirtschaftliches Jahrbuch, Heft 2, S. 199–206.
- HOLMAN, R. E. Iii. (1974): The Use of Color Infrared Aerial Photography in Determining Salt Marsh Vegetation and Delineating of Man-Made Structures of Lynnhaven Bay, Virginia. Old Dominion Univ. Norfolk, Va. Dept. of Biology.
- HOLTMEIER, F. K. (1974): Geoökologische Beobachtungen und Studien an der subarktischen und alpinen Waldgrenze in vergleichender Sicht. Steiner, F., Wiesbaden.
- HUTTENLOCHER, F. (1949): Die naturräumliche Gliederung. In: Geogr. Rundschau, Heft 2, 1. Jg., Febr. 1949, S. 41–46. Westermann.
- JACSMAN, J. (1975): Landschaftstypologie als Hilfsmittel für die Landschaftsbewertung und -planung. In: Beiträge zur heutigen Humangeographie, ETH-Geogr. Inst. Publ. Nr. 55, S. 55–62, Zürich.
- JESSEN, O. (1950): Fernwirkungen der Alpen. Münchner Geogr. Gesellschaft, Landeskundl. Forschungen, Südbayer. Studien, Heft 36, S. 7–67, München.
- JOBST, E. O. (1962): Über die Beziehungen zwischen Land- und Forstwirtschaft im oberbayerischen Bergbauerngebiet. Mittl. Staatsforstverwaltung Bayerns, H. 32, 165 S.
- JOHNSON, P. L. (1969): Remote Sensing in Ecology. Univ. of Georgia Press, Athens, USA.
- JORDAN, et al. (1972): Handbuch der Vermessungskunde, 3 Bände, Photogrammetrie, 10. Aufl., Poeschel, Stuttgart.
- JORDAN, E. (1976): Landschaftshaushaltsuntersuchungen im Bereich d. nördl. Lössgrenze bei Hannover. Jahrbuch Geogr. Gesellschaft, Sonderheft 9, mit Kartenband, Hannover.
- KADRO, A., FISCHER, W. (1976): Neue Ergebnisse von Reflexionsmessungen in situ an Vegetationsbeständen. In: Remote Sensing in Forestry, S. 23–35, Hrsg. Hildebrandt, G., siehe dort.
- KAISER, E. (1951): Arbeitsziele und Methoden der Biogeographie. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, 95. Jg., S. 217–230.
- KARL, H. (1970): Die Wald- und Weidenutzung in den bayerischen Alpen im Strukturwandel der Gegenwart. Eine Betrachtung aus der Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes. In: Natur und Landschaft 45, Heft 3, S. 58–60.

- KARL, J. et.al. (1971): Über den Waldzustand im oberbayerischen Hochgebirge. Sonderdruck aus: Forstwissenschaftl. Centralblatt, 90. Jg., Heft 2, S. 87–103, Parey Verlag, Hamburg-Berlin.
- KARL, J. (1974): Analyse alpiner Landschaften in einem homogenen Rasterfeld. Schriftenreihe Bayer. Landesstelle f. Gewässerkd., Heft 10, München.
- KATZ, A. H. (1976): A Retrospective on Earth-Resource Surveys: Arguments about Technology, Analysis, Politics and Bureaucracy. In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 42, No. 2, pp. 189–199.
- KAULE, G. (1973): Die Seen und Moore zwischen Inn und Chiemsee. Teil A und B, Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege, Heft 3, Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, Staatsministerium für Landesentwicklung.
- KAULE, G. (1974): Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. Habilitationsschrift. In: Dissertationes Botanicae, Bd. 27, 3301 Lehre, Cramer-Verlag, 1974.
- KAULE, G. (1976): Kartierung schutzwürdiger Biotope in Bayern. Sonderdruck aus dem Jahrbuch 1976 des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere e. V., 41. Band, München, Selbstverlag.
- KENNEWEG, H. (1970): Auswertung von Farbluftbildern für die Abgrenzung von Schädigungen an Waldbeständen. In: BuL 5/1970, Heft 39, S. 283–290.
- KENNEWEG, H. (1972): Die Verwendung von Farb- und Infrarot-Farb-Luftbildern für Zwecke der forstlichen Photo-Interpretation unter besonderer Berücksichtigung der Erkennung und Abgrenzung von Kronenschäden in Fichtenbeständen. Dissertation, Univ. Freiburg, Forstwissenschaftl. Fakultät.
- KENNEWEG, H. (1973): Interpretation von Luftbildaufnahmen für die Erforschung und Gestaltung von Vegetationsbeständen in westdeutschen Ballungsräumen. In: Remote Sensing incl. Aerial-Photography, Hrsg.: Hildebrandt, G., siehe dort, S. 87–116.
- KENNEWEG, H. (1975): Luftbilder für die Gewinnung von Informationen über Vegetationsbestände in Ballungsräumen. In: Dokumentation für Umweltschutz und Landespflege 15. Jg. N.F., Heft 4, S. 103, Kohlhammer, Stuttgart.
- KENNEWEG, H. (1975): Die Bedeutung der Fernerkundungsverfahren für Inventuren von Wäldern und Vegetationsbeständen. Aus DFVLR, Symposium Erderkundung, Köln, April 75, S. 405–428.
- KHARIN, N. G., PROKUDIN, J. A. (1967): Spektrale Helligkeit von sibirischen Lärchen im Bergwald der Tuva-Region. Biologisches Kienauki, Nr. 6.
- KHARIN, N. G. (1973): Spectral Reflectance Characteristics of the UdSSR Main Tree Species. In: Remote Sensing incl. Aerial-Photography, S. 1–20, Hrsg.: Hildebrandt, G., siehe dort.
- KIEMSTEDT, H. (1967): Zur Bewertung natürlicher Landschaftselemente für die Planung von Erholungsgebieten. Dissertation, TU Hannover.
- KILCHENMANN (1971): Statistisch-analytische Landschaftsforschung. In: Geoforum, 7/71, S. 39–53, Pergamon, Braunschweig.
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort, nach Beispielen aus West-, Mittel- u. Süddeutschland. Parey-Verlag, Hamburg.
- KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden – Eine Grünlandlehre, 4. Aufl., Parey, Hamburg, Berlin.
- KLEMAS, V. et.al. (1971): Mapping Delaware's coastal vegetation and landuse from aircraft and satellites. In: Technology Today and Tomorrow – American Society of Photogrammetry, Part II, Florida 1973, Symposium on remote sensing in oceanography, S. 926–937. ASP-Proceedings of the Fall Convention.
- KLEMAS, V. et.al. (1973): Coastal Vegetation of Delaware. The Mapping of Delaware's Coastal Marshes, Marine Studies, Univ. Delaware.
- KLINK, H. J. (1973): Das Bergener Moos – ein Chiemseemoor im Wandel. In: Naturräumliche Gefüge im Luftbild dargestellt an zehn ausgewählten Beispielen, Heft 11, S. 78–87, Bonn.
- KLÖTZLI, F. (1971): Ökologische Grenzen von Laubwäldern. In: Neue Züricher Zeitung, Fernausgabe, Nr. 40, 11. 2. 1971, S. 65.
- KNAPP, R. (1958): Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie und Eigenschaften der Pflanzengesellschaften. Einführung in die Pflanzensoziologie, Heft 1, Ulmer, Stuttgart.
- KODAK (1972): Applied infrared Photography. Eastman Kodak Company, Rochester, New York, Publikationsnr. M-28.
- KODAK (1973): Medical infrared Photography. Eastman Kodak Company, Rochester, New York, Nummer N-1.
- KODAK (1976): Kodak Data for aerial photography. Eastman Kodak Company, 4. Auflage, Nummer M-29.
- KOEPEL, H. H. (1972): Nährstofftransport in die Gewässer auf dem Wege der Bodenerosion. In: Umweltschutz in Land- und Forstwirtschaft, 50, S. 477–487. Parey, Hamburg-Berlin.
- KÖLBL, O. (1976): Photogrammetrische Bestandskartierung mit automatisierter Flächenberechnung und Kartenreinzeichnung. In: Beiträge zur Bestandskarte, Berichte Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, Nr. 147, S. 49–81, Birmensdorf, Schweiz.
- KÖLBL, O. (1976): Interpretation von Maikäfer-Fraßschäden in Luftbildern. Sonderdruck aus: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 127 (1976), Heft 5, S. 341–345. Bericht Nr. 158/76 d. Eidgen. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen.
- KÖLBL, O. (1976): Fernerkundung in der Schweiz. Bestandskatalog über Aktivitäten auf dem Gebiet der Fernerkundung, Koordinationsgruppe Fernerkundung, Eidgen. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, Birmensdorf, Schweiz.
- KOHLER, A. et.al. (1974): Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. In: Dokumentation f. Umweltschutz und Landespflege, 15. Jg., N.F., 1975, S. 103, Heft 4, Kohlhammer Stuttgart.
- KONDRATJEW, K. J. et.al. (1976): Beobachtungen von Umweltveränderungen aus erdnahen Umlaufbahnen, o.A.
- KRAUSE, A. (1972): Einfluß der Eutrophierung und anderer menschlicher Einwirkungen auf die Makrophytenvegetation der Oberflächengewässer. In: Ber. Ldw. 50. Jg., S. 140–146, Hrsg.: Bundesanstalt f. Vegetationskunde, Naturschutz u. Landespflege, Bonn.
- KRAUSE, W. (1955): Pflanzensoziologische Luftbildauswertung. Angewandte Pflanzensoziologie, Heft 10. Hrsg. Tüxen, R., Arbeiten aus der Zentralstelle f. Vegetationskartierung. Stolzenau/Weser.
- KRIEBEL, K. Th. (1973): Das spektrale Reflexionsvermögen einer bewachsenen Oberfläche. Dissertation, Univ. München, Fak. Physik.
- KRINOV, E. L. (1947/53): Spectral reflectance properties of natural formations. Technical translation TT-439, National Research Council, Canada, 1953. Laborat. Aerometodov, Akad. Nauk SSSR, Moskau.
- KRYSMANSKI, R. O. (1971): Die Nützlichkeit der Landschaft. Überlegungen zur Umweltplanung. Berichte z. Raumplanung, Band 9, Bertelsmann, Düsseldorf.

- KUNTZE, H. (1976): Belastung und Schutz von Gewässern. In: Bayer. landwirtschaftl. Jahrbuch, 53. Jg., Sonderheft 3, S. 158–174L, BLV, München.
- LAATSCH, W., GROTENTHALER, W. (1973): Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach. Hrsg.: Bayer. Staatsministerium f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten.
- LAER, W. v. (1960): Der Wald im Luftbild – Einige Gesichtspunkte für die forstliche Luftbildinterpretation. In: Das Luftbild in seiner landschaftlichen Aussage. Schriftenfolge d. Inst. f. Landeskunde. Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleurop. Raum, Heft 3, S. 37–51, Selbstverlag, Bad Godesberg.
- LANG, G. (1968): Vegetationsänderungen am Bodenseeufer in den letzten hundert Jahren. In: Schriften des Vereins f. Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, Heft 86.
- LANG, G. (1969): Die Ufervegetation des Bodensees im farbigen Luftbild. In: Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleurop. Raum, Heft 8, Bad Godesberg.
- LANG, G. (1971): Vegetationskundliche Luftbildinterpretation am Bodensee. In: Ber. des 3. Internat. Symposiums f. Photointerpretation, Dresden 1970. Internat. Archiv f. Photogrammetrie Band 18, Leipzig.
- LARCHER, W. (1973): Ökologie der Pflanzen. Unitaschenbuch 232, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- LAUER, T. D. (1973): Application of Remote Sensing in Forestry. Proceedings of the Conference on Pract. Appl. of Remote Sensing, May 1973, California Univ. Berkeley.
- LEHMANN, E. (1973): Quantitativ nicht erfaßbare Werte in der Umweltforschung. In: Geogr. Berichte 68/3/73 S. 168–173.
- LEHMANN, E. (1973): Zur theoretischen Grundlegung des Begriffes Region. In: Geogr. Berichte, Bd. 66, S. 41–48, 1973.
- LESER, H. (1972): Geoökologische und umweltschützerische Aspekte bei Planungen in der Gemarkung Esslingen am Neckar. Geogr. Inst. der TU Hannover und Univ. Tübingen, Esslingen 1972.
- LESER, H. (1973): Zum Konzept einer angewandten physischen Geographie. In: Geogr. Zeitschrift, Nr. 61, S. 36–46, 1973.
- LESER, H. (1976): Landschaftsökologie. Uni-Taschenbuch 521. Ulmer, Stuttgart.
- LEVY, F. (1913): Das Tegernseevorland. Dissertation der Univ. München, Uni-Druckerei, Erlangen 1913.
- LEVY, F. (1922): Quartäre Formenentwicklung der Schlierseer Berge und ihre Nachbarschaft. In: Ostalpine Formenstudien, Abt. I, Heft 2, Berlin, Gebrüder Borntraeger-Verlag.
- LIDDLE, M. J. (1975): A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. In: Dokumentation f. Naturschutz und Landschaftspflege, 15. Jg. N.F., 1975, Heft 4, S. 127. Kohlhammer-Verlag, Stuttgart.
- LIND, A. O. et.al. (1975): Vegetation Mapping in Lake Champlain Wetlands. Vermont Univ. Burlington, Dept. of Geography.
- LINKE, M. (1963): Ein Beitrag zur Erklärung des Kleinreliefs unserer Kulturlandschaft. In: Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math. Nat. Klasse, Band XII/10, S. 735–752.
- LINTZ, J. J. (1976): Remote Sensing of Environment. Addison-Wesley, Massachusetts.
- LO, C. P. (1976): Photographic Analysis of Water Quality Changes. In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 42, No. 3, pp. 309–315, 1976.
- LO, C. P. (1976): Geographical Applications of Aerial Photography. Crane, Russak Company, New York.
- LOUIS, H. (1958/59): Praktische Hinweise und Hilfsmittel zur kartographischen Arbeit. Die Maßstabklassen der Geländekarten u. ihr Aussagewert. In: Meynen, Geogr. Taschenbuch 1958/59, Steiner, Wiesbaden, S. 527–534.
- LÜTTIG, G. (1976): Der Naturschutz in Niedersachsen aus geowissenschaftlicher Sicht. In: 30 Jahre Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Okt. 1976, S. 78–92, Fischer Verlag, Wolfenbüttel.
- LUTZ, J. L. (1951): Die Umgestaltung der Loisch-Kochelsee-Moore durch den Menschen im Luftbild gesehen. In: Jahrbuch d. Vereins d. Schutze d. Alpenpflanzen und -tiere, 16. Jg., München.
- MAULL, O. (1958): Handbuch der Geomorphologie. Deutische, Wien, 1958.
- MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. Standort, Aufbau u. waldbauliche Bedeutung der wichtigsten Waldgesellschaften in den Ostalpen samt Vorland. Ökologie der Wälder und Landschaften, Bd. 3, Fischer-Verlag, Stuttgart.
- MAYER, H. (1975): Die Tanne – ein unentbehrlicher ökologischer Stabilisator des Gebirgswaldes. In: Jahrbuch d. Schutze d. Alpenpflanzen und -tiere, 40. Jg., S. 93–121.
- McEWEN, R. B. et.al. (1976): Coastal Wetland Mapping. In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 42, No. 2, p. 221–232.
- McKIM, H. L. et.al. (1975): Land use / vegetation mapping in reservoir management – Merrimack River Basin. Army Cold Regions Research and Engineering Lab., Special Report 233.
- MEIENBERG, P. (1966): Die Landnutzungskartierung nach Plan-, Infrarot- und Farbluftbildern. Münchner Studien zur Sozial- und Wirtschaftsgeographie, Bd. 1, Lasseben, Regensburg.
- MEISEL, K. (1975): 275 000 ha Sozialbrache in der BRD. In: Umschau 1975, Heft 17, S. 541–543.
- MEISTER, G. (1969): Wald und Wild – Konflikt Forstwirt – Jäger. In: Die Zukunft der Alpenregion, S. 116–123, Hrsg. Wichmann, H.
- MILDE, R. De et.al. (1973): An Experiment in the Identification of Tropical Tree Species on Aerial Photographs. In: Remote Sensing incl. Aerial Photography, Hrsg.: Hildebrandt, G. s.d.
- MINC, A. A. (1976): Die ökonomische Bewertung der Naturressourcen, 1. Aufl., Petermanns Geogr. Mitt. Erg. Heft 277.
- MINNUS, E. (1967): Spektrale Remission unbewachsener Böden als Faktor bei der Luftbildinterpretation. Geographische Luftbildinterpretation, Nr. 2, Selbstverlag der Bundesanstalt f. Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- MONTAG, A. (1976): Erfassung schutzwürdiger Gebiete in Niedersachsen. In: 30 Jahre Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, S. 42–47, Fischer-Verlag, Wolfenbüttel.
- MONTAG, A. (1976): Praktisches Versuchswesen. In: 30 Jahre Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, S. 182–189.
- MÜLLER, P. (1977): Tiergeographie – Struktur, Funktion, Geschichte und Indikatorbedeutung von Arealen. Teubner-Taschenbücher, Stuttgart.
- MÜLLER, W. (1978): Möglichkeiten und Grenzen konventioneller und digitaler Luftbildauswertung unter vegetationskundlichen Aspekten. Unveröffentl. Dipl.-Arbeit d. Geobotanischen Inst. d. Univ. Hohenheim.
- MURTHA, P. A. (1976): Inventory and Monitoring of Forest Diseases and Damages by Remote Sensing – Consideration about Promising Ways to do it. In: Remote Sensing in Forestry, S. 385–396, Hrsg.: Hildebrandt, G., s. dort.

- NADJI, B.; et.al. (1973): Equidensitometry and its Application. In: Remote Sensing of Earth Resources, S. 165 ff., Hrsg.: Shahrokhi, F., Vol. II, 1973, s. dort.
- NAUMANN-TÜMPFEL, H. (1977): Bemerkungen zum geographischen Aspekt der Ökosystemforschung. In: Geogr. Berichte, 82. Jg., Heft 1, S. 57–63, 1977.
- NEEF, E. et.al. (1961): Landschaftsökologische Untersuchungen an verschiedenen Physiotopen in Nordwestsachsen. In: Abhandl. der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, 1961, Math.-Naturwissenschaftl. Klasse 47, S. 7–113.
- NEEF, E. (1962): Die Stellung der Landschaftsökologie in der physischen Geographie. Und: Charakteristik d. ökologischen Grundeinheiten und ihre Verflechtung am Hang. In: Geographische Berichte, H. 25, 7. Jg., S. 349–377, VEB Deutscher Verlag d. Wissenschaften.
- NEEF, E. (1963): Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung. In: Petermanns Geogr. Mitteilungen, 107, S. 249–259, Gotha.
- NEEF, E. (1964): Zur großmaßstäbigen landschaftsökologischen Forschung. Petermanns Geogr. Mitteilungen, 1964, 1./2. Quartalsheft – Sonderdruck, Gotha.
- NEEF, E. (1967): Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. Gotha, 152 Seiten.
- NEEF, E. (1967): Entwicklung und Stand der landschaftsökologischen Forschung in der DDR. In: Wiss. Abh. d. Geogr. Gesellschaft der DDR 5, S. 22–34.
- NEEF, E. (1969): Der Stoffwechsel zwischen Gesellschaft und Natur als geographisches Problem. In: Geogr. Rundschau, 21. Jg., Heft 1, S. 453–459.
- NEEF, E. (1970): Zu einigen Fragen der vergleichbaren Landschaftsökologie. In: Geogr. Zeitschrift, 59. Jg., Heft 3, S. 161–175.
- NEEF, E. (1975): Unveröffentlichtes Manuskript.
- NELSON, H. A. (1977): Assessment of Forest Plantations from low Altitude Aerial Photography. Weyerhaeuser Company Plymouth, North Carolina, USA, Paper ohne weitere Angaben.
- NEUMEISTER, H. (1977): Theoretische Fragen zur Landschaftsgenese. In: Geogr. Berichte, 82. Jg., Heft 1, S. 20–32, Gotha.
- N. N. (1973): Verschilfung des Neusiedlersees. In: Umschau 73. Jg., Heft 14, S. 440–441.
- NULTSCH, W. (1968): Allgemeine Botanik. Kurzes Lehrbuch für Mediziner und Naturwissenschaftlicher. 3. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart.
- OLIVER, R. E.; Smith, A. J. (1974): A Stochastic canopy model of Diurnal Reflectance. Colorado State Univ. Fort Collins, Coll. of Forestry.
- OLSCHOWY, G. (1971a): Zur Belastung und Nutzung der Vegetation. In: Olschowy, G.: Belastete Landschaft – Gefährdete Umwelt. Goldmann, München, S. 150–155.
- OLSCHOWY, G. (1971b): Erholung – Freizeit – Freiraum. In: Olschowy: Belastete Landschaft – Gefährdete Umwelt, S. 334–343. Goldmann, München.
- OLSON, C. F. (1972): Remote Sensing of Changes in Morphology and Physiology of Trees and Stress. Remote Sensing Application in Forestry. Final Report, 1. Oct. 1971 – 31. Dec. 1972, 42p, Berkeley. Calif. Univ. Forestry Remote Sensing Lab., Prepared for Cal. Univ. Berkeley, Forestry Remote Sensing Lab. in cooperation with Dept. of Agric. Forest Serv. Michigan.
- OLSON, H. (1951): Agrarwirtschaftliche Betrachtungen zur Landschaftspflege und Landschaftsgestaltung. In: Wirksame Landschaftspflege durch wissenschaftliche Forschung, Band II, Forschungs- und Sitzungsberichte d. Akademie f. Raumforschung und Landesplanung, Bremen.
- ORTH, R. J., GORDON, H. (1975): Remote Sensing of Submerged Aquatic Vegetation in the Lower Chesapeake Bay. Final Report. Virginia Inst. of Marine Science, Gloucester Point. Div. of Biological Oceanography.
- O. V. (1972): Lebensgemeinschaften des Waldes. Ein Seminar an der ETH. In: Neue Zürcher Zeitung „Forschung und Technik“, 12. 9. 72, Fernausgabe, S. 31. Bericht über die Antrittsvorlesung von Eiberle, K. am Inst. f. Waldbau ETH.
- PAFFEN, K. H. (1951): Geographische Vegetationskunde und Pflanzensoziologie. In: Erdkunde, Band V, S. 196–203.
- PAFFEN, K. H. (1953): Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung, Remagen. Forschungen z. deutschen Landeskunde, Band 68.
- PASSARGE, S. (1929): Die Landschaftsgürtel der Erde. Breslau.
- PELISEK, J. (1974): Changes in the forests stands and soils in Europe. In: Dokumentation f. Umweltschutz und Landespflge. 15. Jg., Heft 4, S. 113, Kohlhammer, Stuttgart.
- PETERSON, R. M. et.al. (1969): A multi-sensor study of plant communities at Horsefly Mountain, Oregon. In: Remote Sensing in Ecology, p. 63–94.
- PIERCE, W. R., EDDLEMAN, L. E. (1970): A field stereophotographic technique for range vegetation analysis. In: Journal Range Manage, Vol. 23, S. 218–220.
- POCHMANN, R. (1973/74): Aufgabe und Bedeutung des Waldes im Ballungsraum München. Sonderdr. aus dem Jahrbuch 1973, 38. Band d. Vereines zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere e. V. – München. 1974 anlässlich d. Deutschen Naturschutztages.
- POULTON, C. E. (1972): Inventory and Analysis of Natural Vegetation and Related Resources from Space and High Altitude Photography. Calif. Univ. Berkeley. Forestry Remote Sensing Lab.
- RACHKULIK, V. I., SITNIKOVA, M. V. (1975a): Some Problems of identifying Vegetation. Joint Publications Research Service, Arlington.
- RACHKULIK, V. I., SITNIKOVA, M. V. (1975b): Some questions of vegetation identification. Engl. Übersetzung von Nekotorye voprosy identifikatsii rastitel'nosti. Meteorologija i Gidrologija, Jan. 1975, p. 85–88, Grefs.
- REEVES, R. G. et.al. (1975a): Manual of Remote Sensing. Vol. I, Janza, F. J., et.al.: Theory, instruments and techniques. Keuffel u. Esser, American Society of Photogrammetry Falls Church, Virginia.
- REEVES, R. G. et.al. (1975b): Manual of Remote Sensing. Vol. II, Bowden, L. W.; et.al.: Interpretation and applications. Keuffel u. Esser, American Society of Photogrammetry Falls Church, Virginia.
- REICHERT, P. (1976): Vegetationskundliche Auswertung multispektraler Scanneraufzeichnungen. In: Remote Sensing in Forestry, S. 191, Hrsg.: Hildebrandt, G.
- REICHLE, D. E. (1970): Analysis of Temperate Forest Ecosystems. Ecological Studies Analysis and Synthesis Vol. 1, Oak Ridge.

- REIMOLD, R. I., LINTHURST, R. A. (1973): Ecological Importance of Wetlands. In: Technology Today and Tomorrow, S. 200–204. American Congress on Surveying and Mapping, Fall Convention, Florida, Oct. 1973.
- REINHOLD, A., SUCCOW, M. (1976): Aerial colour photographs help compile the utilization plan of a recreation area . . . lake vegetation distribution mapping. In: Jena Review, Vol. 21, No. 2, 1976, p. 77–81.
- REMANE, A. (1950): Ordnungsformen der lebenden Natur. In: Studium Generale, Heft 3, S. 404–410.
- RHODY, B. (1976): Ein 70 mm-Stereo-Kamerasystem für Waldaufnahmen von leichten Flächenflugzeugen aus. In: Remote Sensing in Forestry, S. 61. Hrsg.: Hildebrandt, G.
- RHODY, B. (1977): Anwendungen eines 70 mm-Stereo-Kamerasystems mit großmaßstäbiger photogrammetrischer Auswertung für das Waldinventur. Sonderdr. aus: Forstarchiv, 48. Jg., Heft 4, S. 65–70, Schaper-Verlag, Hannover.
- RHODY, B. (1977): A new, versatile Stereo-Camera System for Large-Scale Helicopter Photography of Forest Resources in Central Europe. In: Photogrammetria, Heft 32, S. 183–197. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- RICHTER, H. (1967): Naturräumliche Ordnung. Probleme der landschaftsökologischen Erkundung und naturräumlichen Gliederung. In: Wiss. Abh. d. Geogr. Ges. d. DDR, Heft 5, S. 129–160.
- RICHTER, H. (1968): Naturräumliche Strukturmodelle. In: Petermanns Geogr. Mitteilungen, Heft 1, 1968, S. 9–14.
- RIEDL, R. (1975): Die Ordnung des Lebendigen. Hamburg 1975.
- RINGLER, A. (1976): Verlustbilanz nasser Kleinstbiotope in Moränengebieten der Bundesrepublik Deutschland. In: Natur und Landschaft, 51. Jg., Heft 7/8, S. 205–209, Sonderheft Feuchtgebiete. Kohlhammer, Stuttgart.
- RODEWALD-RUDESCU, L. (1974): Das Schilfrohr: *Phragmites communis* Trinius, Stuttgart 1974.
- ROLAND, N. W. (1965): Methoden und Ergebnisse photogeologischer Untersuchungen im Tibesti-Gebirge (Zentrale Sahara). Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti I. Feldarbeiten 1964/65. Hövermann, J. et.al. 1967.
- ROSS, G. F. (1973): The Identification of Selected Vegetation Types in Arizona Through the Photointerpretation of Intermediate Scale Aerial Photography. Oregon State Univ.
- ROUSE, J. W. et.al. (o.A.): Three examples of applied remote sensing of vegetation. In: NASA Earth Resources Surv. Symp. Vol. 1-C, p. 1797–1810, Jpn 1005.
- RÜCKERT, L. (1960): Oberbayern – Land und Leute. Burkhard, Heyer, Essen.
- RUDOLPH, E. (1975): Naturschutz in Oberbayern. Grundlagen, Schutzgebiete und Naturdenkmäler. Schriftenreihe Naturschutz und Landespflege Heft 6, Hrsg.: Bayer. Landesamt f. Umweltschutz.
- RUPPERT, K. (1962): Das Tegernseer Tal. Sozialgeographische Studien im oberbayerischen Fremdenverkehrsgebiet. Münchner Geogr. Hefte, Nr. 23, Kallmünz.
- RYKER, H. C. (1933): Aerial photography: A method of determination of timber species. 43/5. Timbermann, S. 11–17.
- SAKATA, T. et.al. (1975): Remote Sensing investigation on Lake Biwa . . . in Honshu, Japan. ZLDI-Conf. 75 – Paper, Tokai Univ. Tokyo. Faculty of Engineering. In: Int. Sympos., Ann Arbor, Oct. 1975, Vol. 1, p. 401–410.
- SAYN-WITTGENSTEIN, L. (1971): Large Scale Aerial Photography and Radar Altimetry – The State of the Art. In: Application of Remote Sensors in Forestry. Joint Report by Working Group Application of Remote Sensors in Forestry. S. 99–108, International Forest Research Organizations Section 25.
- SAYN-WITTGENSTEIN, L., ALDRED, A. H. (1976): Environmental Monitoring: The Role of Remote Sensing. Report for the Working Group on Environmental Monitoring, Presented to Commission VII at the 13th Congress of the International Society for Photogrammetry. Helsinki, Juli 11–23, 1976. Hrsg.: Ottawa, Ontario.
- SCHANDA, E. (1976): Remote Sensing for Environmental Science. Ecological Studies Analysis and Synthesis, Vol. 18. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York.
- SCHAEFER, G. (1973): Was ist eigentlich „ökologisches Gleichgewicht“. In: Umschau 73, Heft 20, S. 630–631.
- SCHERZ, J. P. et.al. (1973): Aerial and Satellite Photography – A valuable tool for water quality investigations. In: Technology Today and Tomorrow – American Society of Photogrammetry, Part II, Fall Convention, Florida 1973, Symposium on Remote Sensing in Oceanography, S. 883–905, ASP – Proceedings of the Fall Convention.
- SCHERZ, J. P., KLOSTER, A. S. (1973): Water Quality Determination by Photographic Analysis. Wisconsin Univ. Madison Inst. f. Environmental Studies. NASA Cr-137306 Rep. 21.
- SCHERZ, J. P. (1977): Lake Water Quality Mapping from Landsat. University of Wisconsin. 11th International Symp. on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan, Apr. 25–29, 1977.
- SCHMIDT G. (1969): Vegetationsgeographie auf ökologisch – soziologischer Grundlage. Teubner, Leipzig.
- SCHMIDT-FALKENBERG, H. (1972): Bericht über einen internationalen experimentellen Versuch zur Luftbildinterpretation. Sonderdr. aus: Nachrichten aus dem Karten- und Versuchswesen. Reihe I: Originalbeiträge, Heft 58. Verlag des Inst. f. Angewandte Geodäsie, Frankfurt.
- SCHMIDT-FALKENBERG, H. (1974): Experimentelle Untersuchungen zu einigen Verfahren der Photointerpretation. In: Proceedings of Symp. of Remote Sensing and Photointerpretation, 7.–11. Okt., 1974, Vol. II.
- SCHMITHÜSEN, J. (1942): Vegetationsforschung und ökologische Standortlehre in ihrer Bedeutung für die Geographie der Kulturlandschaft. Sonderdr. d. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, Heft 3/4.
- SCHMITHÜSEN, J. (1948): Fliesengefüge der Landschaft und Ökotope – Vorschläge zur begrifflichen Ordnung und zur Nomenklatur in der Landschaftsforschung. In: Ber. z. dt. Landeskunde, Heft 5, S. 74–83.
- SCHMITHÜSEN, J. (1974): Landschaft und Vegetation. Gesammelte Aufsätze von 1934–1971. Bd. 18, Geogr. Inst. d. Univ. d. Saarlandes, Saarbrücken.
- SCHMITHÜSEN, J. (1975): Zur Geographischen Methode. In: Geogr. Taschenbuch 75, E. Meynen, S. 247–249. Steiner-Verlag, Wiesbaden.
- SCHMITHÜSEN, J. (1976): Allgemeine Geosynergetik. Grundlagen der Landschaftskunde. 1. Aufl. Obst-Reihe, Bd. 12, de Gruyter, Berlin.
- SCHNEIDER, K. H. (1977): Möglichkeiten der Fernerkundung zur Bestimmung von Nährstoffversorgung, Krankheits- und Schädlingsbefall an landwirtschaftlichen Kulturen. In: FMP-Symposium, S. 295–306 TU-Hannover, 1977.
- SCHNEIDER, S. (1960): Die landeskundliche Luftbildauswertung in Deutschland. In: Ber. z. dt. Landeskunde, Band 25, S. 144–157.

- SCHNEIDER, S., SCHMIDT-KRAEPELIN, E. (1965): Luftbildinterpretation in der Agrarlandschaft und Beispiele ihrer Anwendung aus dem Lande Nordrhein-Westfalen. Schriftenfolge d. Inst. f. Landeskunde in der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumf. Heft 7, Bad Godesberg.
- SCHNEIDER, S. (1968): The problem of natural regions in relation to airphoto interpretation. In: Photo interpretation for rational use and conservation of biological Resources. Geogr. Luftbildinterpretation, Heft 3, 1968, S. 38–40, Bad Godesberg.
- SCHNEIDER, S. (1969): Methoden der Raumgliederung mit Hilfe des Luftbildes. In: Ber. z. dt. Landeskunde, Bd. 42, S. 147–156, Bad Godesberg.
- SCHNEIDER, S. (1970): Die Verwendung der Luftbilder bei Problemen der Raumgliederung. In: BuL 5/1970, S. 295–300.
- SCHNEIDER, S. et al. (1973): Naturräumliche Gefüge im Luftbild, dargestellt an zehn ausgewählten Beispielen, zusammengestellt in der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung. Schriftenfolge des Inst. f. Landeskunde, Heft 11, Bad Godesberg.
- SCHNEIDER, S. (1974): Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. Band XI, Luftbild und Luftbildinterpretation, De Gruyter, Berlin.
- SCHNEIDER, S. et al. (1974): Gewässerüberwachung durch Fernerkundung – Die mittlere Saar. Schriftenfolge der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Heft 12, Bad Godesberg.
- SCHNEIDER, S. et al. (1977): Gewässerüberwachung durch Fernerkundung – Der mittlere Oberrhein. Schriftenfolge der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Heft 13, Bad Godesberg.
- SCHNEIDER, S. (1978): Luftbilder liefern Fakten für eine neue Raumordnung. In: Bild d. Wissenschaft, 15. Jg., Heft 10, S. 88–103. Deutsche Verlags-Anstalt.
- SCHÖBER, H. (1970): Das Sehen. Band I, 4. Auflage, VEB, Leipzig.
- SCHOTT, C. (1960): Das Luftbild in seiner landschaftlichen Aussage. 14 Beiträge einer Arbeits-Tagung des Zentralausschusses für deutsche Landeskunde im November 1958 in Remagen. Schriftenfolge der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Heft 3, Bad Godesberg.
- SCHREYER, G., RAUSCH, V. (1977): Der Schutzwald in der Bergregion Miesbach. Sonderdr. aus: Forstwissenschaftl. Centralblatt, 96. Jg., Heft 2, S. 100–108.
- SCHWIDEFISKY, K. (1976): Photogrammetrie – Grundlagen – Verfahren, Anwendung. 7. Aufl. des „Grundriß d. Photogrammetrie“. Teubner-Verlag, Stuttgart.
- SCHWOERBEL, J. (1971): Einführung in die Limnologie. Uni.-Taschenbuch, Fischer-Verlag, Stuttgart.
- SEIBERT, P. (1967): Die Bedeutung der natürlichen Ufervegetation für die Ufersicherung von Gewässern, Straßburg.
- SEIBERT, P. (1968): Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500 000 mit Erläuterungen. Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 3, Bad Godesberg.
- SHAHROKHI, F. (1973/1975): Remote Sensing of Earth Resources. Vol II (1973), Vol IV (1975), Technical papers selected from the Fourth (Second) Annual Remote Sensing of Earth Resources Conference, Tullahoma, Tennessee, March 24–26.
- SHEPARD, F. P.; et al. (1971): Our Changing Coastlines. McGraw – Hill Book Company, New York.
- SHVYRYAEVA, A. M. (1969): Utilisation of the results of geobotanical interpretations of aerial photographs in landscape investigations of the northern Caspian Sea. Army Foreign Science and Technology Center, Washington, Transl. from Russian, CFSTI.
- SIEDE, E. (1960): Untersuchungen über die Pflanzengesellschaften im Flyschgebiet Oberbayerns. In: Landschaftspflege u. Vegetationskunde, Heft 2, Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde, München.
- SMARDA, J. (1970): Studium der Verbreitung von Pflanzenarten als Unterlage zur Klassifikation der Landschaftstypen. In: Quaestiones geobiologicae, Heft 7, S. 123–127.
- SOTO, M. et al. (1976): Use of Remote Sensing in the Veracruz Flora Program. Unpublished Report, Mexico Univ., Contractnr. NASW-2791.
- SPECHT, M. R. (1970): IR and PAN Films. Photogrammetric Engineering. Heft 36, S. 360–364.
- STEINER, D. (1960): Die Bedeutung der jahreszeitlichen Aspekte für die Landnutzungsinterpretation auf Luftbildern. Gezeigt am Beispiel einer alpinen Agrarlandschaft. In: Das Luftbild in seiner landschaftlichen Aussage. Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum. Schriftenreihe des Inst. f. Landeskunde und Raumforschung, Heft 3, S. 51–53, Bad Godesberg.
- STEINER, D. (1961): Die Jahreszeit als Faktor bei der Landnutzungsinterpretation auf panchromatischen Luftbildern. Gezeigt am Beispiel des schweizerischen Mittellandes. Schriftenfolge des Inst. f. Landeskunde und Raumforschung. Landeskundl. Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, Heft 5, Bad Godesberg.
- STEINER, D. (1961): Eine einfache Methode der Reflexionsmessung im Gelände und ihre Anwendung bei Problemen der Landnutzungsinterpretation von Luftbildern. In: BuL 29. Jg., Heft 4, S. 123–133.
- STEINER, D. (1967/1968): Photo Interpretation for rational use and conservation of biological resources. Sonderheft der Reihe Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, Heft 3, Bad Godesberg. IGU Commission Meeting, Ottawa 1967. Selbstverlag Bad Godesberg 1968.
- STEINER, D. (1975): Geographische Raumgliederung und Mustererkennung. In: Beiträge zur heutigen Humangeogr. ETH-Geogr. Inst. Publ. Nr. 55, S. 19–46, Zürich.
- STEPHAN, W., HESSE, R. (1966): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 8236, Tegernsee. Hrsg.: Bayer. Geolog. Landesamt, München.
- STEPHENS, P. R. (1976): Comparison of Color, Color Infrared and Panchromatic Aerial Photography. In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 42, No. 10, p. 1273–1277.
- STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum – Methoden u. Geräte zur Bestimmung wichtiger Standortsfaktoren. Parey, Berlin, Hamburg.
- STEUBING, L. et al. (1972): Belastung und Belastbarkeit von Ökosystemen. Tagungsbericht der Gesellschaft f. Ökologie, Gießen 1972.
- STÖCKLHUBER, K. (1975): Landschaftsveränderungen im Tegernseer Tal 1960–1974 nach Luftbildauswertung und Geländeuntersuchungen. Diplomarbeit unveröffentl., Geogr. Inst. d. Univ. München.
- STÖCKLHUBER, K. (1976): Zur Interpretierbarkeit von Phänomenen der Litoralzone aus dem panchromatischen Luftbild. XVI Convegno internazionale tecnico scientifico sullo spaziol, Roma – Palazzo dei Congressi-Eur 18–20 Marzo, S. 86, Rom.
- STÖCKLHUBER, K. (1977): Zur Entwicklung der Fischerei im Tegernsee bis 1974. In: Der Fischwirt, AFZ-Fischwaid, Verlegerbeilage d. Zeitschr. f. d. Binnenfischerei, Heft 1, S. 1–4, 1977.

- STODTE, G. (1976): Der Wald von morgen – aus der Sicht der Landschaftspflege. In: 30 Jahre Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, S. 172–181, Fischer-Verlag, Wolfenbüttel.
- STREIBL, M. (1975): Die rechtlichen Grundlagen der alpinen Umweltprobleme in Bayern. In: Schriftenreihe des Alpeninst. Die Zukunft der Alpen II, S. 59–71, München.
- STRONG, A. E. (1974): Remote Sensing of algal blooms by aircraft and satellite in Lake Erie and Utah Lake. In: Remote Sensing of Environment, Vol. 3, No. 2, p. 99–107. NASA: S 70246-AG.
- SUKKOP, H. (1967/1968): Veränderungen des Röhrichtbestandes der Berliner Havel. Erläuterungen zum Plan: Die Ufervegetation der Berliner Havel 1967. Hrsg.: Senator f. Bau- u. Wohnungswesen, Berlin 1968.
- SUKKOP, H. (1971): Über den Rückgang von Farn- und Blütenpflanzen. In: Olschowy, G.: Belastete Landschaft – Gefährdete Umwelt, S. 165–176, Goldmann-Verlag.
- SUKKOP, H. (1972): Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. In: Berichte über Landwirtschaft, Heft 50.
- THIENEMANN, A. (1925): Die Binnengewässer Mitteleuropas. Reihe Binnengewässer, Band 1, Schweizerbartsche, Stuttgart.
- THIENEMANN, A. (1928): Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Reihe Binnengewässer, Band IV, Schweizerbartsche, Stuttgart.
- THORLEY, G. A. (1975): Forest Lands: Inventory and Assessment. In: Manual of Remote Sensing, Vol. II, Chapter 17, S. 1353–1426, American Society of Photogrammetry Falls Church, Virginia 1975.
- TISCHLER, W. (1976): Einführung in die Ökologie. G. Fischer-Verlag, Stuttgart-New York.
- TOMLINSON, R. F. (1972): Geographical Data Handling. Vol. 2, Symposium Edition, IGU Comission on Geopgraphical Data Sensing and Processing, IGU Second Symposium on Geogr. Information Systems, Ottawa 1972.
- TRACHSLER, H. (1974): Luftbild und Orthophoto als Datenquelle für geogr. Informationssysteme. Dargesellt am Beispiel einer gesamtschweizerischen Landnutzungserhebung. Eigenverlag. Diss. Univ. Zürich, Geogr. Inst., Erlenbach 1974.
- TRAUTMANN, W. (1973): Vegetationskarte d. Bundesrepublik Deutschland 1:200 000 – Potentielle natürl. Vegetation, Blatt CC5502, Köln. Schriftenreihe f. Vegetationskunde, Heft 6, Bad Godesberg.
- TROLL, C. (1939): Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. In: Zeitschrift d. Gesellschaft f. Erdkunde, Heft 7/8, S. 241.
- TROLL, C. (1943): Methoden der Luftbildforschung. In: Sitzgsber. d. Zusammenkunft europäischer Geographen in Würzburg, 16.–19. 3. 1942, Hrsg. Krebs, N., Leipzig, S. 121–146.
- TROLL, C. (1943): Fortschritte der wissenschaftlichen Luftbildforschung. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Nr. 7/10, S. 282–307, Selbstverlag, Berlin.
- TROLL, C. (1950): Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. In: Studium Generale, Heft 3, S. 163–181, Heidelberg.
- TROLL, C. (1963): Geographische Luftbildinterpretation. Landeskundliche Luftbildinterpretation. Richtlinien und Mitteilungen, Nr. 6, Inst. f. Landeskunde, Bad Godesberg.
- TROLL, C. (1966): Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung. In: Erdkundliches Wissen, Heft 11, Schriftenreihe f. Forschung und Praxis, Steiner, Wiesbaden.
- TROLL, C. (1971): Landscape ecology (geoecology) and bio-geocoenology – a terminological study. Trans. E.M. Yates, In: Geoforum, Heft 8, S. 43–46.
- TÜXEN, R. (1961): Pflanzen und Pflanzengesellschaften als lebendiger Bau- und Gestaltungsstoff in der Landschaft. In: Angewandte Pflanzensoziologie, Band 17, Stolzenau/Weser.
- TZSCHUPKE, W. (1973): Untersuchungen zur automatischen Erkennung verschiedener forstlicher Bildgestalten durch Farbmessungen nach dem Helligkeitsverfahren. In: Remote Sensing incl. Aerial-Photography, (Hrsg. Hildebrandt, G. siehe dort.) S. 481–511.
- TZSCHUPKE, W. (1974): Untersuchungen zur automatischen Identifizierung forstlich bedeutsamer Bildgestalten durch digitale Auswertung von an Infrarot-, Farbluftbildern gemessenen Farb- u. Texturparametern. Dissertation, Forstwissenschaftl. Fakultät, Freiburg.
- UHLIG, H. (1971): Organisationsplan und System der Geographie. In: Geoforum, Heft 7, 1971, S. 7–38, Pergamon, Braunschweig.
- UNESCO (1971): International Co-ordinating Council of the Programme on Man and the Biosphere (MAB). Final Report. First session, Paris 9.-19. Nov. 1971.
- VERSTAPPEN, H. Th. (1972): Interpretation of some aerial thermographs of an estuarine environment. ITC-Enschede, Serie B, No. 65.
- VERSTAPPEN, H. Th. (1977): Remote Sensing in Geomorphology. Elsevier, Amsterdam 1977.
- VINK, A.P.A., VERSTAPPEN, H. Th., BOON, D.A. (1965): Some Methodological Problems in Interpretation of Aerial Photographs for Natural Resources Surveys. ITC-Publications. Serie B32, Enschede.
- VINOGRADOV, B.V. (1967): Present status of theory and practice of geobotanical photo interpretation in the USSR. In: Photo interpretation for rational use and conservation of biological resources, S. 55–58, Hrsg.: Steiner, D. siehe dort.
- VINOGRADOV, B.V. (1973): Morphographic and Morphometric Analysis of Vegetation Cover Photographs in Aerial Photography for the Mapping of Vegetation. Army Foreign Science and Technology Center, Chalottesville, Virginia, Transl. Novosibirsk, 1970, USSR.
- VOSS, F. (1971): Die Verwendung von Luftbildkarten in der Forsteinrichtung im Lande Nordrhein-Westfalen. In: Der Direktor der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe als Beauftragter. Höhere Forstbehörde. Münster.
- WAGLER, E. (1930): Die Coregonen in den Seen des Voralpengebietes. II. Die Schwebrenke des Tegernsees. Sonderdruck aus: Archiv f. Hydrobiologie, Band XXI, S. 455–482, Langenargen.
- WALDER, U. (1971): Die Vegetationszeit unter dem Einfluß der Standortsfaktoren – Untersuchungen im Versuchsgelände Stillberg, Dischmatal, (Davos), M.A. Thesis, Univ. Zürich, Geogr. Inst.
- WALTER, H. (1960): Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Einführung in die Phytologie, Band III, 1. Teil, Standortslehre. Ulmer, Stuttgart.
- WALTER, H. (1963): Einführung in die Phytologie. Reihe Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Band IV, Teil 2, Ulmer, Stuttgart.
- WALTER, H. (1968): Die Vegetation der Erde in ökophysiologischer Betrachtung. Band II, Die gemäßigten und arktischen Zonen. Fischer, Stuttgart.

- WALTER, H. (1973): Allgemeine Geobotanik, Uni-Taschenbuch, Stuttgart, Vegetationszonen und Klima, Uni-Taschenbuch, Ulmer, Stuttgart.
- WALTER, H. (1976): Die ökologischen Systeme der Kontinente (Biogeosphäre). G. Fischer-Verlag Stuttgart.
- WEBSTER, R. (1962): The use of basic physiographic units in air photo interpretation. Translations of the Symposium on Photo Interpretation. Delft 1962, S. 143–148.
- WECK, J. (1952): Ödlandaufforstung. Band I. Einführung zum Ödlandproblem, Haller, Berlin.
- WEICHHART, P. (1975): Geographie im Umbruch. Deuticke, Wien 1975.
- WEISSER, P. (1970): Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedlersees – pflanzensoziologische und ökologische Studien. Wissenschaftl. Arbeiten aus dem Burgenland, Heft 45, Hrsg.: Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt, 1970.
- WELLS, K.F. (1971): Measuring vegetation changes on fixed quadrats by vertical ground stereophotography. In: Journal Range Manage, Vol. 24, No. 3, p. 233–236.
- WETZLER, H. (1976): Landschaftsökologische Analyse und Typisierung am Beispiel der Markgräfler Vorbergzone. In: Freiburger Geogr. Mitteilungen, Jg. 1976, Heft 1/2, S. 1–36.
- WHITMAN, R. J., KENNETH, L.M. (1973): Textural signatures for wetland vegetation. In: Technology Today and Tomorrow – American Society of photogrammetry, Part II, Fall Convention, Florida, Symposium on Remote Sensing in Oceanography, S. 979–991, ASP-Proceedings of the Fall Convention.
- WICHMANN, H. (1972): Die Zukunft der Alpenregion. Hanser-Verlag, München 1972.
- WIECZOREK, U. (1972): Der Einsatz von Äquidensiten in der Luftbilddauswertung und bei der quantitativen Analyse von Texturen. In: Münchner Geogr. Abhandlungen, Band 7, Geogr. Inst. d. Univ. München, Selbstverlag.
- WIECZOREK, U. (1974): Flächenhafte quantitative Texturanalyse durch Ausmessen von Texturgrundrißmustern als neue Methode in der Luftbildinterpretation. In: Geoforum Heft 20, S. 85–90, Pergamon, Oxford.
- WIECZOREK, U. (1978): Quantitative Erfassung morphologischer Strukturen in Wattgebieten durch Anwendung von Verfahren der Bildstrukturanalyse. In: Berichte zum Symposium Flugzeugmeßprogramm – 29.–31. 8. 1977 – S. 153–162, BMFT-FB W78-04.
- WIEMANN, P.; DOMKE, W. (1967): Pflanzengesellschaften der ostfriesischen Insel Spiekeroog. I. Dünen, 1. Teil, In: Mitt. Staatsinst. Allg. Bot. Hamburg, Band 12, S. 191–353.
- WIENEKE, F. (1971): Kurzfristige Umgestaltungen an der Alentejöküste nördlich Sines am Beispiel der Lagoa de Melides, Portugal (Schwallbedingter Transport an der Küste). Münchner Geogr. Abhandlungen, Band 3, München.
- WILHELM, F. (1972): Verbreitung und Entstehung von Seen in den Bayer. Alpen und im Alpenvorland. In: Das Gas- und Wasserfach, Gwf-Wasser und Abwasser, 113. Jg., Heft 9, S. 393–404.
- WILMANN, O. (1973): Ökologische Pflanzensoziologie. Uni-Taschenbücher 269, Meyer. Heidelberg.
- WIMBUSH, D. J.; BARROW, M.D.; COSTIN, A.S. (1967): Color stereophotography for the measurement of vegetation. In: Ecology, Heft 48, S. 150–152.
- WINDHORST, H.W. (1974): Das Ertragspotential der Wälder der Erde. Wald und Forstwirtschaft in Afrika, Studium zur Waldwirtschaftsgeographie. In: Geogr. Zeitschrift, Beihefte, Heft 39, Steiner Wiesbaden.
- WOODCOCK, W.E. (1976): Aerial reconnaissance and photogrammetry with small cameras: In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 42, p. 503–511.
- WOODWELL, G.M. (1978): Das Kohlendioxidproblem. In: Spektrum der Wissenschaft, Erstedition, Sept. 1978, S. 10–19, Weinheim.
- WRIGLEY, R. C., HORNE, A.J. (1974): Remote Sensing and Lake Eutrophication. In: Nature, Vol. 250, p. 213–214. Ames Research Center.
- ZONNEVELD, J.S. (1972): Use of aerial Photographs in Geography and Geomorphology. Land Evaluation and Land (scape) science. ITC Textbook of Photo-interpretation, Vol. VII. Enschede 1972.

Kartenmaterial:

I. Topographische Karten:

Bayer. Landesvermessungsamt – Topographische Karten:

1:50 000 (Mangfallgebirge), München 1969;

1:25 000 Nr. 8336, Ausgaben 1961, 1969, 1976;

1:50 000, L8336, Miesbach, Ausgabe mit Wanderwegen, München 1964 und 1969;

1:50 000, L8336, Miesbach, Orohydrographische Ausgabe;

Bayerisches Topographisches Bureau:

Topographische Karte 1:25 000 Tegernsee, Ausgabe 1902;

Brunns Spezialkarte der Tegernseer- und Schlierseer Berge mit weiterer Umgebung, O. Brunn, München 1930;

Vermessungsamt Bad Tölz, Flurkarten 1:5000:

Nr. SO:19-5, 21-6, 20-6, 21-5, 20-5, 20-4, 19-6, Ausgaben 1960;

sowie Teilnachführungen 1976 der Nummern

SO:19-5, 19-6, 19-7; SO:XX-5, XX-6, XX-7;

SO:21-5, 21-6, 21-7; in Höhenflurkartenausführung;

II. Spezial- und Sonderkarten, Baupläne:

Abwasserzweckverband Tegernsee:

„Übersichtslageplan zur Abwasserbeseitigung am Tegernsee“ Landesamt f. Wasserwirtschaft, Plan 5-1-6 auf topographischer Karte

1:25 000, München 1971, unveröffentlicht;

Wasserwirtschaftsamt Rosenheim:

Drei Pläne zur Alpbachverbauung, Lageplan und Bauausführung, Rosenheim 1972, unveröffentlicht;

Wasserwirtschaftsamt Rosenheim:

Murbewegungspläne 1971 und 1972, M 1:500, Rosenheim 71/72, unveröffentlicht;

Wasserwirtschaftsamt Rosenheim:

Plan zur Mangfallkorrektur 1961, unveröffentlicht;

Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde:

Karte Almen und Alpen in Bayern, Nr. 8236 Tegernsee, M 1:25 000, München 1971;

Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde:

Karte der Wildbäche in den Bayerischen Alpen, M 1:25 000, München 1971;

Oberforstdirektion München, WFP-Planungssektion Miesbach:

Manuskriptkarten für den Raum Tegernsee, M 1:25 000, Tegernsee 1974, unveröffentlicht;

Bayer. Staatsm. f. Landesentwicklung und Umweltschutz:

Regionaler Planungsverband Oberland, Karten-Beilagen des Regionalberichtes Oberland, München 1974;

III. Sonstige Unterlagen:

Bayerische Landesregierung:

„Bayer. Landesplanungsgesetz v. 6. 2. 70“, Bayer.-Gesetz- und Verordnungsblatt, Nr. 2, S. 9–16, München 13. 2. 70;

Berufsfischerei Tegernsee:

Fangstatistiken seit 1930, unveröffentlichte Handaufzeichnungen;

Niedermayer, S.:

Gutachten Nr. 656–74, sowie 627–73, 413–73 und 501–73, Ingenieurgeologisches Institut und Bodenmechanisches Laboratorium, Wertheim 1973 u. 1974;

Flugwetterwarte München:

Flugwettervorhersagen, unveröffentlichte Berichte des automatischen Anrufbeantworters;

Bayer. Geologisches Landesamt:

Gutachten vom 12. 8. 1971, Untergrundverhältnisse zum Neubau des Gymnasiums Gmund, München 1971;

Verzeichnis der wichtigsten Abkürzungen

BuL: Bildmessung und Luftbildwesen

DFG: Deutsche Forschungsgemeinschaft

DFVLR: Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt

EM: Elektromagnetisch

ERTS: Earth Resources Technology Satellite

FMP: Flugzeugmeßprogramm

IUFRO: International Union of Forest Research Organisation

KLN: KLN-Inventar: „Inventar der zu erhaltenden Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung“, genauer Landschaftsschutzplan auf nationaler Ebene (Schweiz, 1963), unter Ermittlung von Gebietseigenschaften (vgl. Jacsman, J., 1975)

MAB: Man and Biosphere-Program

MSS: Multi Spectral Scanner

MÜF: Modulationsübertragungsfrequenz

NASA: National Aeronautics and Space Administration

RMK: Reihemeßkamera

UNESCO: United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation

WFP: Waldfunktionsplan

ZLDI: Zentralstelle für Luft- u. Raumfahrtokumentation

Einzelobjekte der Röhrlichtzone:
(vermischt mit PH.c.-flächendeckend)

1. Nivellierungsgrad (Einzelpflanze)

Rohrkolben einzeln
(Draufsicht/Teilhabita)



Habitus/Einzelpflanze
(isolierte Betrachtung)



Einzelblatt



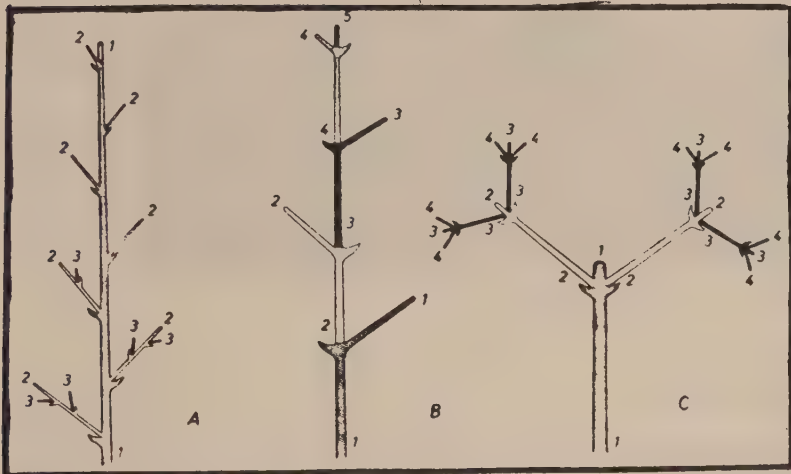
Bildtafel 1a: 1. Nivellierungsgrad (Einzelpflanze)
(Aufnahmen K. Stöcklhuber)

Luftbildtätige Oberfläche
und ihre Veränderungen:

Bestandteile der "bildtätigen Oberfläche"
Blüte (Kolben), Blätter,
je nach Winkel auch der Stengel



Abbildung abhängig von der Art der
Infloreszenzen, sowie des Sprosses,
der Einzelblüten und der Art der Ver-
zweigungen



"Verzweigungstypen, schematisch. A. Monopodium, B und C Sympodium. B. Monochasium, C. Dichasium. Die Zahlen geben die Ordnung der Achsen an" (Nultsch, W., 1968, S. 139, Fig. 90)

2. Nivellierungsgrad (Gemeinschaft)

= I. Mischzustand - Bestandsdichteabhängigkeit!



Locker mit Bodensicht!

Luftbildtätige Oberfläche und ihre Veränderungen:

Einzelpflanze nach oben genannten Bedingungen plus Unterwuchs (Schlenken, Bulten, Kleinseggen, offene Wasserstellen)

---- 3-stufige Vertikalgliederung

3. Nivellierungsgrad



dicht ohne Bodensicht!

4. Nivellierungsgrad

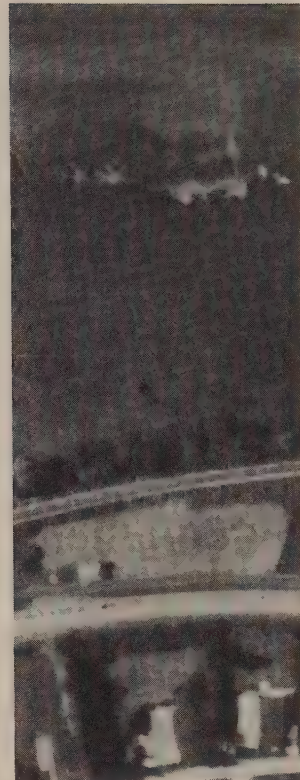


Bildtafel 1b: 2. bis Xn.-Nivellierungsgrad

(Aufnahmen K. Stöcklhuber, Frühherbst 1976 -
Gelände-Teleaufnahmen mit 180mm-Tele aus
ca. 600m Entfernung, ca. M 1:300;
Aufnahmezeit: 11.30 - 12.30)

5.-und Xn.- Nivellierungsgrade:

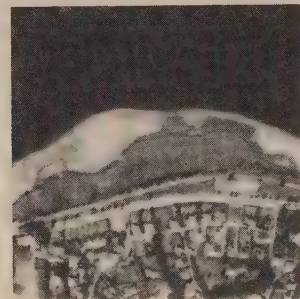
Teilvergrößerung M 1:2500 aus
Originalluftbild M 1:10000



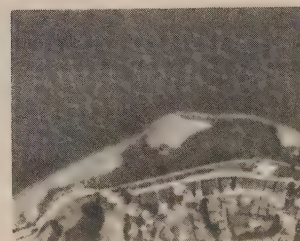
Ausschnitt M 1:10000
Originalbild Nr.437
aus Streifen 2/73,
Aufnahmezeit 11.55



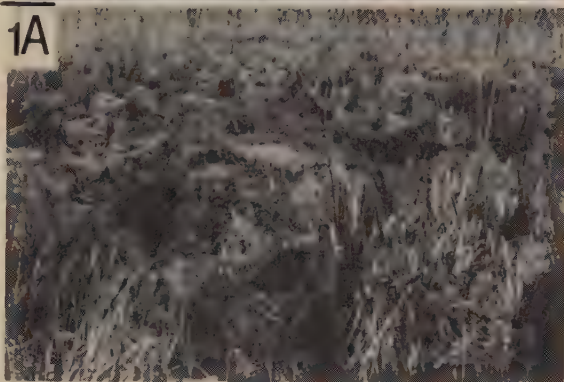
Ausschnitt M 1:18000
Originalbild Nr.31/73/LVA
Aufnahmezeit ca. 11.00



Ausschnitt M 1:24000
Originalbild Nr.55 /24.7.1969/
Bundeswehr
Aufnahmezeit 10.00



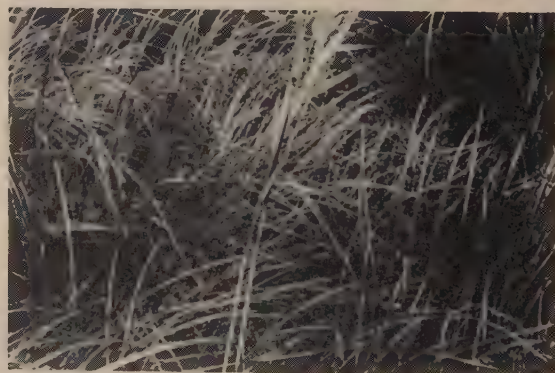
Bildtafel 3 : "Bildauswahl von Variationsaspekten der
Röhrlichtzone in den Jahreszeiten"



SOMMER

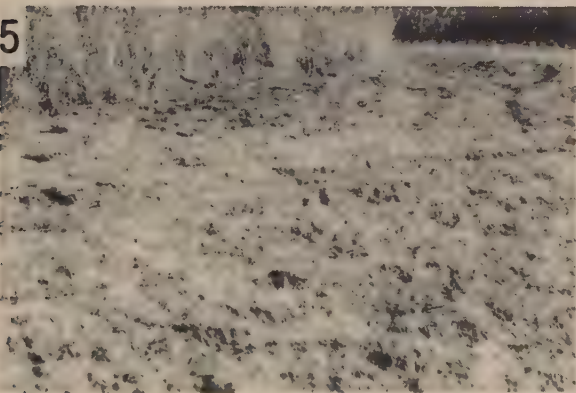
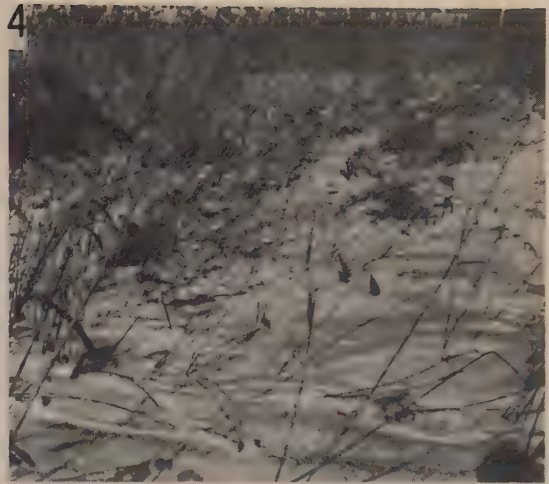


FRÜHJAHR



Anmerkung: Weitere Detail-u. Schlüsselbilder mit ergänzender
Bedeutung siehe Bildtafeln im Anhang (Thema:
mehrjährige Veränderungen)

HERBST



WINTER



Reihe I:

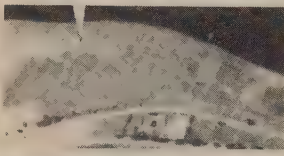
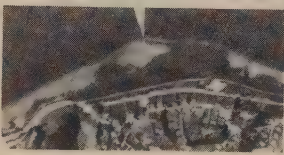
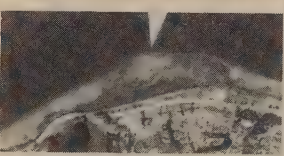
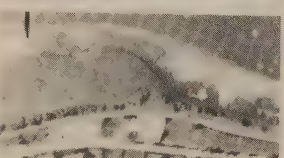
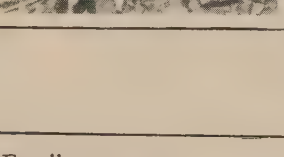
Zentralbereich des Röhrichtbestandes in der jahreszeitlichen Entwicklung vom frühen Frühjahr (Aufnahme 1/1A ca. drei Wochen nach völliger Ausaperung) über Vegetationshöchststand (Juli) zur herbstlichen Reduktionsphase (Aufnahmezeitpunkt Ende Okt., Bild 3) und Wintersituation (Bild 4) nach ca. 30 cm hohem Neuschneefall und starkem Frost

Reihe II:

Zeitliche Abfolge wie bei I, Standort: Streuwiesen- u. Seggenbereich an der Bruchwaldseite des Röhrichtbestandes mit teilweiser Streuwiesennutzung (frisch gemäht Bild 5)

Bodenfotos u. Entwurf: K. Stöcklhuber

Bildtafel 5: Die flächenhafte Phragmitetum-Entwicklung des Röhrichtbestandes bei Gmund-Seeglas in Abhängigkeit von veränderten ökologischen Bedingungen durch wechselnde Trophieverhältnisse in der Zeit.

Originalluft- bildabschnitte M1:10000 - 1:25000	Landseitige Verdichtung in der Fläche	ZEIT	Flächenentwicklung des Röhrichtes, seeseitig	
	Nicht feststellbar	1920	X <u>OLIGOTROPHIE</u>	"Black Box"
		1930		
	Phragmitetum c.sporadisch im Kleinseggen- bereich	1953	steigende <u>EUTROPHIERUNG</u>	"Black Box"
	auf 100 m ² Seggenfläche 8 - 13 Ph.c.- Halme	1960		
	STREUWIESEN- NUTZUNG ein- gestellt	1965	KANALISATION	
		1969	Wandlungsprozeß	
		1971	Seereaktion (Entlastung von Abwässern) - <u>MESOTROPHIE.</u>	
	2-7 Halme/m ²	1973	Tendenz zur <u>OLIGOTROPHIE</u> ↓	
	5-11 Halme/m ²	1976		
	7-12 Halme/m ²	1977 /78		
			X Längere Stagnation in flächiger Rück- entwicklung ohne anthropogene Beeinflussung wahrscheinlich	
<u>Ergänzungen:</u> 1.Weitere Veränderungsbelege, wie z.B. die Lundbecksche Zoobenthosuntersuchung 1928 (vgl.Stöcklhuber, 1977) oder die Ergebnisse bei Hamm (1972) erhärten die Feststellungen. 2.Konkret liefert das Luftbild nur Variationen des Röhrichtbestandes -				
Entwurf und Geländefotografie: Klaus Stöcklhuber				

GELÄNDEBEFUNDE 1974 - 1978 (Auswahl):

A = Panoramaaufnahme des landseitigen Verdichtungsgebietes

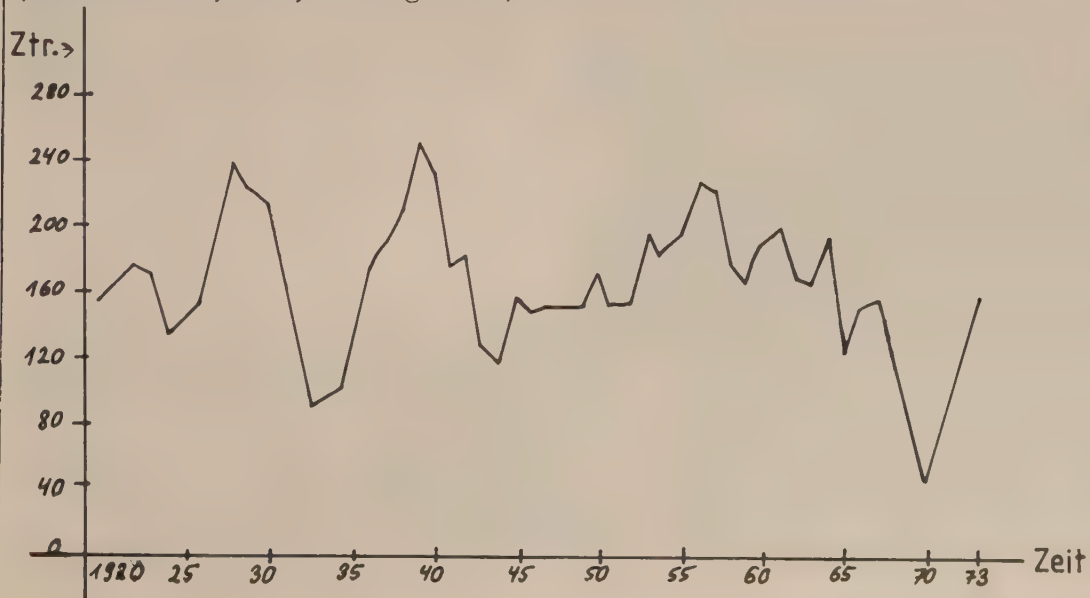
B = Seeseitige Rückgangs- u. Auflockerungsformen

A
B



Die Veränderungen im Tegernsee anhand der Fischereientwicklung,
- Fangentwicklung nach Gewicht (vgl. Stö, 1976,):

Der Indikator Fisch ist besonders geeignet, da er die
ökologische Summe seines spezifischen Biotops darstellt
(nach Nümann, 1962, Kölbing 1972).

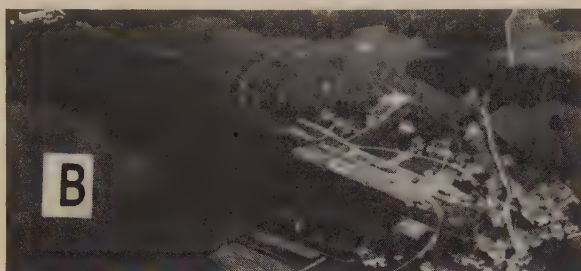


Bildtafel 6 : Anthropogene Eingriffe in die Röhrlichtzone - Beispiel
Seeauslauf bei Gmund, Mangfallbeginn.

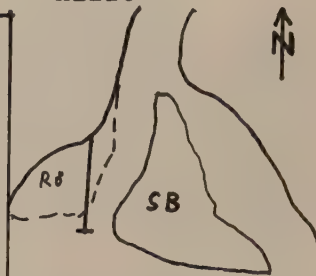
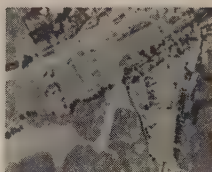
19 14

Natürlicher Ablauf mit 2 "Kanälen" und noch
schwach entwickeltem Röhrlichtbestand

Interpretations-
skizze



1953



19 60

1953/60 Vor Ausräumung
des Röhrlichtes



Steg/Sandbank

Zeichenerklärung:

R = Röhrlichtbest.,
westseitig, dicht

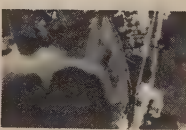
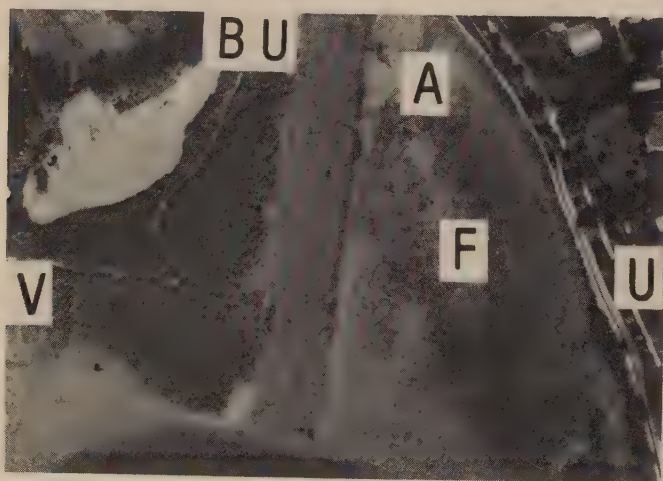
S = Streuwiese,
Nutzung seit
ca. 1945 mit
Winterbild,

B = Bootssteg,

A = künstlich
geräumter und
begradigter
Seeablauf,

T = teilweise
ausgebaute
Uferpromenade
(Fremdenverk.
ist entschei-
dender Faktor)

1973



1969

U = voll ausge-
baute Ufer-
promenade
(Fremdenverk.)

X = Spuren des
Räumgerätes
(nach 12 Jahr-
en!) im See-
boden, ca. 30-
60 cm tief,

F = Flachwasser-
bereich,

V = Vermessungs-
schneise=MHW-
stand=Staats-
besitzgrenze
der Seefläche

1976



Ostseitig völlig ausgeräumter Bereich
mit westseitigem Restbestand (dicht)
und frischer Streuwiesennutzung. Bis
1977 keine wesentlichen Änderungen mehr.

GELÄNDEDATEN und GELÄNDEFOTOGRAPHIE (1977/78) mit SW-Normalfilm und SW-IR-Kleinbildfilm (24 x 36)



Ergänzungen zu den Boden-
fotos:

! = Fuß-u. Tierspuren im
Schlick bleiben lang-
fristig erhalten, selbst
Hochwasser kann sie
nicht kurzfristig ein-
ebnen (vgl. auch Räum-
spuren X im Luftbild).

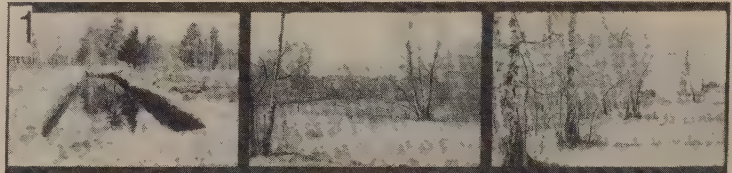
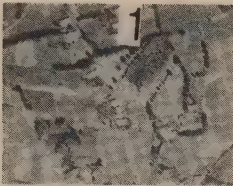
Das IR-Bodenbild ergibt kaum
Zusatzinformationen (hier
nur bei Sandbank). Ein Gewinn
ist durch Color zu erzielen.

IR / SW



Bildtafel 7 : MEHRJÄHRIGE VERÄNDERUNGEN IN FEUCHTBIOTOPEN - Naß-
wiesen und anthropogen veränderte Hochmoore

1953

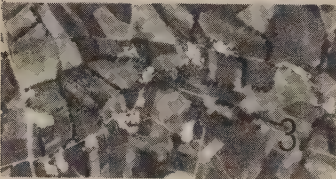


1960



- 6 = Meliorationsmaßnahmen, Verlegung von Dränagen, bäuerliche Selbsthilfe,
- 4 = kleine beginnende Anschüttung ("heller" Fleck) auf einer Naßwiese mit Staunässe,
- 3 = naße Hangwiesen mit Streuwiesennutzung
- 0 = aktiver Torfstich randlich Hochmoor 2, Merkmale: Baum-dichte, "beetartige" Strukturen (vgl. B-fotos 2)

1969



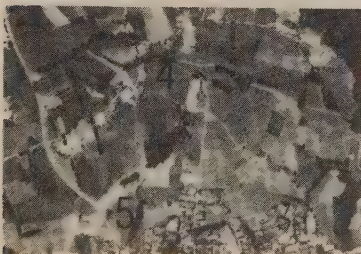
- 4 = große Anschüttung - Fortschreiten der Trockenlegungsmaßnahmen, Bauschutt u.ä., bedeutet kaum Ertragsverbesserung erleichtert aber Maschineneinsatz,
- 3 = Streuwiese in Umwandlung zur Kleinseggen- (vgl. Ökotoptbeschreibung Kap. 3!) wiese
- 2 = Verdichtung und Zuwachs von Bäumen (Moorbirke vorrangig) als Folge des beendeten Torfstiches.

1973



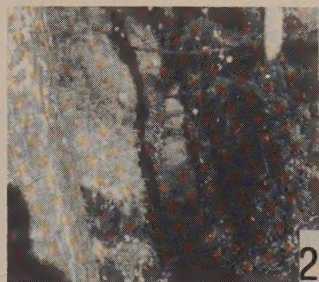
- 2 = Völlig eingestellter Torfstich, erheblicher Baumzuwachs,
- 6 = Entwässerungsmaßnahme (siehe 1960) überwachsener Graben,
- 7 = Einebnung von kleinen Buckeln und Dellen als Staunässebezirke zur Wiesenverbesserung
- 4 = Schüttung langsam überwachsend, Verdichtung der Grasnarbe, Staunässe (vgl. Carexbüschel) erkennbar,
- 1 = noch randliche Streuwiesennutzung (heller geradliniger Teil) in Moor 1 daher keine Verdichtung des Baumbestandes oder Verbuschung gegenüber z.B. Aufnahme 1953, bei Nutzungsaufgabe binnen weniger Jahre Erscheinungsbild wie bei Moor 2, "Beetstruktur" durch geradliniges Wachstum an den "Beeträndern" auch bei mittelhohem Baumbestand noch erkennbar,

1976



- 5 = Voreilige Anlage (mußte 1977/78 wieder restauriert werden!) einer Zufahrt mit Entwässerungsmaßnahmen für später eingestellten Gymnasiumsbaubau,
- 3 = restlicher Streuwiesenbereich, jetzt bereits umgeandelt (siehe Colorbilder) in Kleinseggenwiese mit geringem Ertrag, weitere Verbesserung nach einigen Jahren durch stärkere Kalkstickstoffgaben (Angabe d. Besitzers),

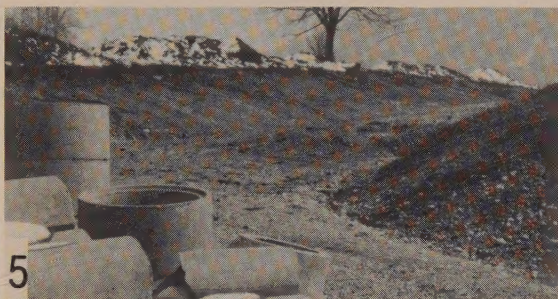
GELÄNDEKONTROLLEN 1976/77/78 (Bildauswahlwichtiger Teilbereiche - Schlüsselbilder). Anmerkung: SW-Film sehr unergiebig, auch SW-IR-Kleinbild kaum Informationsgewinn - Colorfilm erforderlich (siehe Zusatztafel)



Orientierungsnr.:

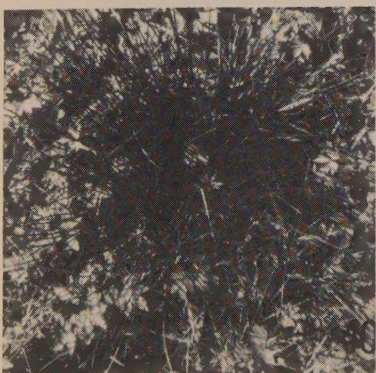
- 1/2 = Hochmoore mit Torfstich
3/4 = Wiesenbereiche stark durchnäßt, Stau-
nässe u. Hang-
wasserzug, sog.
"saure" Wiesen

3 - 6



- 140 = IR/SW-Aufnahme des Aufschüttungs-
bereiches mit Staunässeabschnitt
(linker Bildteil x)
40/40 = Carexhorste als Hinweis für
Staunässe oder Hangwasserzug, im
Winter bei geringer Schneelage
optimal erfaßbar (vgl. Sommer-
aufnahme daneben)
41 = Entwässerungsgraben, teilverrohrt,
künstlich veränderte Tilke, im
Winter optimal ansprechbar,

4, 40, 41, 140 = in Bezug zu den Luft-
bildausschnitten



Tabellarischer Lebenslauf

5. 10. 1943 Geboren in München
Mutter: Irmengard Stöcklhuber, geb. Schraml, 14. 10. 1918 in Burghausen, Oberlehrerin a. D.
Vater: Friedrich Stöcklhuber, geb. 21. 4. 1892, verst. 22. 2. 1960, Zahlstellenleiter
- 1949–1953 Volksschule Geitau
- 1953/54 Volksschule Bayrischzell
- 1954–1961 Oberrealschule Miesbach, Abschluß mit Oberstufenreife
- 1961 Dienstantritt bei der Luftwaffe nach freiw. Meldung
- 1962 Unteroffiziersausbildung
- 1963/64 Freiwillige Berufsvorbereitung zum Radio- und Fernsehtechniker im Rahmen des Berufsförderungsdienstes der Bundeswehr
- 1965 Gesellenprüfung der Handwerkskammer
- 1965 Stabsunteroffizier
- WS 65 Studium der Hochfrequenztechnik am Oskar v. Miller-Polytechnikum
- 1966–1969 Vorbereitung zum Externenabitur und Ausbildung beim Deutschen Roten Kreuz zum Rettungssanitäter
- 1969 Ablegung des Begabtenabiturs beim KM
- WS 70–SS 75 Studium der Geographie und Biologie in München
- 1972 Fachprüfung für Realschullehrer in München-Pasing
- 1972 Aufnahme des Referendardienstes an der Seminarschule Waldkraiburg und Fortsetzung des Studiums mit dem Ziel Diplom-Geographie
- 1975 Diplomhauptprüfung in Geographie mit den Nebenfächern Botanik und Zoologie
- 1975–1977 Tätigkeit als Wiss. Ass. (V) am Geogr. Inst. der Univ. München, Lehrstuhl Prof. Dr. Gierloff-Emden
Spezialgebiete: Landschaftsökologie mit Betonung auf vegetationskundlichen Fragen und Forstgeographie
- ab Okt. 1977 Anstellung als RL z. A. an der Staatl. Realschule Eggenfelden

